HP『海軍砲術学校』公開資料

講 議 参 考 資 料

射 撃 指 揮 装 置 1 型 の 用 法（基礎編）

48. 6. 10

第 1 術 科 学 校 砲 術 科

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

「射撃指揮装置1型の用法」

目　　次

1　はじめに　5

2　照明弾射撃　7

(1)　理　論　7

(2)　実施要領　12

(3)　探射の要領　13

3　測距射法　15

4　対陸上射撃要領（概案）　16

(1)　直接照準射撃　16

(2)　仮標照準射撃　17

5　擬似発射試験　19

(1)　目　的　19

(2)　理　論　19

(3)　条　件　20

(4)　細部要領　21

(5)　データの分析　22

(6)　Sub Dynamic Test　25

6　射法の検討　29

(1)　試射の要領　29

(2)　本射の要領　31

7　目標追尾条件（測的盤設定諸元）の用法　33

(1)　目標追尾法の概要　33

(2)「追尾感度」の機能及び用法　35

(3)「速度時定数」の機能及び用法　36

（参考）　GFCS 1型－B 性能改善試験から　39

(4)　目標追尾条件まとめ　55

(5)　追尾の円滑さの判定　56

(6)「曲　線」の機能　57

(7)　的　速の設定　59

8　当日弾道修正法　61

(1)　風力修正　61

(2)　初速差修正　61

(3)　気温修正　63

(4)　大気密度修正　67

9　射弾の修正　69

10　補修正について　71

11 砲機調整法 81

(1) 角度修正機構の用法 81

(2) 射前の簡便な整合法 86

(3) シンクロ整合 89

(4) 方位盤スタビライザー　水平精度試験 94

(5) 砲との整合法 95

(6) 砲連動の水平精度試験 101

12 射撃盤試験回路の機能 111

(1) 靜的点検回路 111

(2) 信号点検回路 112

13 測的盤 R18 及び R19 ポテンショメータの用法 114

(1) U9．R18 の用法 114

(2) U8．R19 の用法 116

14 参考 用語の解説 119

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

1　はじめに

射撃指揮装置1型のとう載艦はすでに13隻を数えるに致った。艦によっては本指揮装置の能力をかなりのレベルまで向上させているようであるが全般的にはまだ十分とはいいがたい現状である。

この原因には多々あるものと考えられるがひとつには本指揮装置の用法が十分理解されていないという根本的なことにあるように思われる。

本資料は取扱説明書においても解説されていない射撃指揮装置1型の用法のうちごく基礎的な事項についてまとめたものであり細部については更に今後の研究を待たなければならないところである。

特に目標追尾条件の問題については今後各艦で実績を集積し現在とう載中の「号機」のクセを究明するとともに適正な選択を行なう必要がある。

参考資料

「射撃指揮装置1型-B 性能改善試験報告」　（実験隊）

戦術研究成果　「射撃指揮装置1型の用法」　（むらくも）

「射撃指揮装置1型運用準則（案）」　（むらくも）

「射撃指揮装置1型整備点検カード（案）」　（海幕）

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

学校研究　「現用砲こう武器に適合した水上射撃要領」

専攻科内田3佐研修報告　「現状にかんがみ射撃術力向上のための具体策について論述せよ」

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

2　照明弾射撃

(1)　理　論

ア　GFCS1型(A)による照明弾射撃

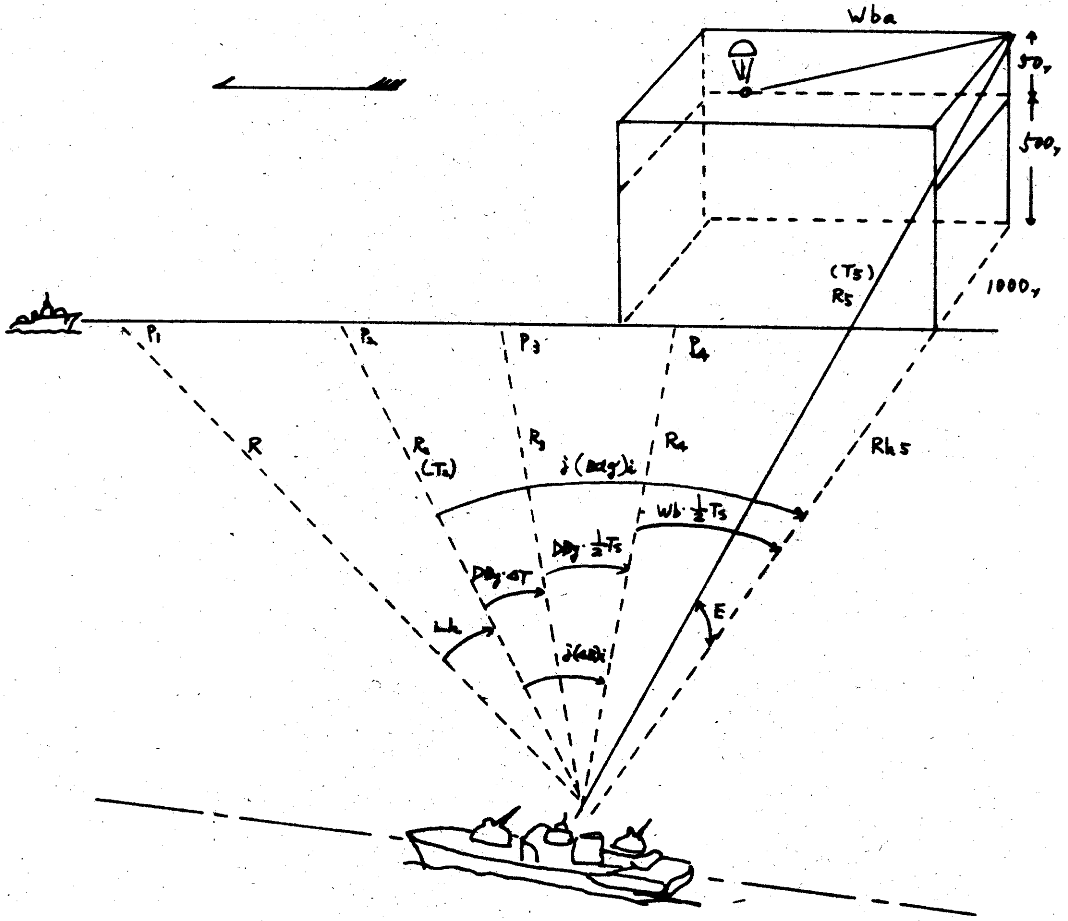
目標に対する星弾の最大照明効果は星弾炸裂後照明時間の1/2時間に射撃艦と目標を結ぶ線上の後方1000ヤード高度1500フィートにおいて星弾が燃焼し目標を後方から照明した場合である。従ってGFCSで計算される目標の未来位置に対して最大効果の照明が得られるよう信管秒時、上下苗頭(照尺角)及び左右苗頭に偏差量を追加し照準点をGFCSの計算位置に対してオフセットさせねばならない。

GFCS1型(A)においては射撃盤Dドロワの星弾修正スイッチを「入」とし追加信管秒時を∫(Ts)iダイヤル上下苗頭を∫(Edg')iダイヤル及び左右苗頭を∫(Bdg')iダイヤルで手動調定することによって51番砲のみ集中角計算回路がカットされそれに代って差動シンクロで偏差量が発砲諸元に追加される。

〈参　考〉　5"/54RF砲　照明弾の諸元

型式	MK48	照明時間	50秒
重量	31.8kg (70 Lbs)	照明度	6万キャンドル
弾長	5.2口径	照明範囲	約300ヤード
信管型式	MK25	降下速度	10～20ft/sec.

照明弾射撃解析図


Wba
50y
500y
1000y
(T5)
R5
P1
P2
P3
P4
R
R2
(T2)
R3
R4
Rh5
Wb·½T5
Dbg·½T5
Dbg·ΔT
E

星弾射撃においては精度はあまり要求されない。　そこで

$R_2 = R_1 + Dmr \cdot T_2 \qquad R_3 = R_2 + Dmr\ (T_5 - T_2)$
$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad = R_2 + Dmr \cdot \Delta T$

$R_4 = R_3 + Dmr \cdot \frac{1}{2} T_5 = R_2 + Dmr\ (\Delta T + \frac{1}{2} T_5)$　であるところ

$R_4 \fallingdotseq R_3 \fallingdotseq R_2 \fallingdotseq R$ とする。

イ　左右苗頭　　$j(Bdg')i$

GFCSにおいてLhは計算されるので追加苗頭には含まれない。目標がP_2からP_4までの移動量：$RDBy \cdot (\Delta T + \frac{1}{2} T_5)$
星弾が破裂して照明中に風圧により移動する量：　$Wba \times \frac{1}{2} T_5$

T_5：照明時間

ΔT：$P_2 \sim P_5$になったためにT_2が変化した量（時間）

Wba：風力修正（射線に対して左右方向成分）

DBy：変角率

$$j(Bdg')i = j(\Delta B)i - j(wb)i$$

$$j(\Delta B)i = \sin^{-1} \frac{RDBy\,(\Delta T + \frac{1}{2} T_5)}{R}$$

$$j(Wba)i = \sin^{-1} \frac{wba + \frac{1}{2} T_5}{R + 1000}$$

$$\therefore\ j(Bdg)i = \sin^{-1} \frac{RDBy\,(\Delta T + \frac{1}{2} T_5)}{R} - \sin^{-1} \frac{wba \times \frac{1}{2} T_5}{R + 1000}$$

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

ウ　上下苗頭　$j(Edg')i$

　星弾降下量を 1/2 Ts 中に H = 50ヤードとする.

炸裂点の仰角は　$E = \tan^{-1}\dfrac{500+H}{R+1000}$

仰角 E　距離　$R_5 = Rh_4 \sec E = (R_4 + 1000)\sec E$ の砲軸角

をSEとし仰角零度　R_2 の砲軸角をSE′とすればSE′は

GFCSで計算される.

　よって $j(Edg')i = E + SE - SE'$

$$= \tan^{-1}\frac{500+50}{R+1000} + SE - SE'$$

エ　信管秒時　$j(T_5)i$

　$j(T_5)i = T_5 - T_2$

オ　対勢表示について

　目標の対勢は測的盤CドロワのDMダイヤルCで読み

　$R \cdot DBy = DM \cdot \sin C$ とする.

カ　問題点

　51．52番を同時管制とすると

(ア)　通常弾射撃の射弾修正　$g(Lh)$．$g(V)$　$g(T_5)$ は #51 にも

　作用する.

(イ)　51．52番砲が同時発砲で管制される.

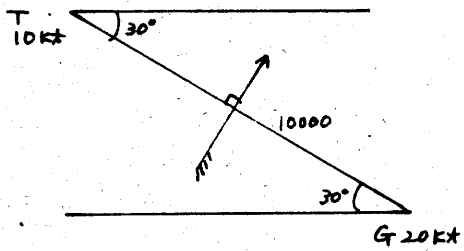
HP『海軍砲術学校』公開資料

キ　照明弾苗頭計算(盤)表の諸元

R = 10000 の例

SE	6°54′	$\tan^{-1}\frac{550}{R+1000}$	2°52′
T_2	16.63 sec		
Rh_5	11000	$j(Edg')i$	3°59′
R_5	11000	$j(T_5)i$	2.46 sec
$R_5 \cdot SE'$	8°01′	$j(T_s)i \times \frac{T_s}{2}$	27.46
E + SE	10°53′		
T_5	19°.09 sec	$RDBy\left\{j(T_5)i + \frac{T_s}{2}\right\}$	151.03
$\frac{550}{R+1000}$	0.0500	$\frac{RDBy\left\{j(T_5)i+\frac{T_s}{2}\right\}}{R} \times 1000$	15.10
		$j(\Delta B)i$	52′
$Wb\left(\frac{T_s}{2}\right)$	137.5 yds		
$\frac{Wb\left(\frac{T_s}{2}\right)}{R+1000} \times 1000$	12.50	$j(Bdg')i$	Ⓣ 52′/10kt Ⓦ 43′/10kt
$j(Wb)i$	43′		

〈計算例〉



表より $j(T_5)i$ = 2.5 sec

$j(Edg')i$ = 3°59′

$j(Bdg')i$ Ⓣ 52′ Ⓦ 43′

∴ Ⓣ $52' \times \left(\frac{10+20}{10}\right) \sin 30°$

= 78′

Ⓦ $-43' \times \left(\frac{30kt}{10}\right) \sin 90°$

= 129′

$j(Bdg')i$ = −51′

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(2) 実施要領

1基の指揮装置を用いる場合

ア. U10を正常状態（V. Lnサーボ軸を作動状態）で用いる場合

(ア) U10 Dドロワ 星弾修正「入」とする。

（51番の集中角計算はカットされる。）

(イ) 計算表から得られた j(Ts)i j(Eag)i j(Bag)i を手動調定する。

（これはV. Lnを差引いた値である。）

(ウ) 弾着修正をU10 Dドロワで行なう。通常弾の弾着修正はU8 Dドロワで行なう。

（51番 照明砲 52番 通常弾射撃砲として使用可能である。但し通常弾射撃の弾着修正が照明砲に影響することに注意）

イ V. Lnサーボ軸を作動させないで用いる場合

この場合 52番砲の通常弾射撃は実施しないか、実施するとしても砲側照準射撃とならざるを得ない。但し第2方位盤（GFCS）を用いるのであれば勿論問題はない。

(ア) U10 Dドロワ「星弾修正」入とする。

(イ) V. Lh サーボ軸を「切」とする.

(ウ) V. Lh も含めた追加苗頭 追加照尺を照明弾射撃用苗頭計算表（5"/54 S/F 用）によりU10 Dドロワに手動調定する.

(エ) P(Bdg')*2 P(Edg')*2 サーボ軸を「切」とする.

(オ) 弾着修正はU10 Dドロワ j(Bdg')i j(Edg')i j(Ts)i によって行なう.

(3) 探射の要領

ア 51番. 52番砲とも照明砲として用いる場合

実施要領 イ項の方法で実施する. この場合イー(ウ)及びイー(エ)によって占位差修正は切となっているので各砲の照明弾は必然的に開度をとることになる.

探射を3斉射実施する場合には砲台は旋回のみローカルとし開度零度で1斉射. マイナス2度旋回し2斉射目 プラス2度旋回して3斉射目を発射する.

探射終了後「51番照明急げ」で開度零度の位置で砲を自動とする.

なおこの場合の照明弾弾着修正はU8 Dドロワにて行なう.

砲台において開度をとる方法の別法として

砲は自動のままとし U10 Bdg′のサーボ軸を切として開度を前述と同じ要領で手動調定する方法が考えられる。この場合「照明急げ」によって 51番はBdg′サーボ軸を「入」とすることで自動とし、52番は場合によってローカルとする。

また開度をとる方法として8(Lh)により実施することも考えられる。（Lhサーボが「切」であってもj(Bg)軸Bdg′軸が「入」であれば開度はとり得る。）

イ 51番砲のみ照明砲として用いる場合

探射は3斉射を実施するのがベターであろう。

要領として探射1斉射目終了したところでBdg′を切とし開度を(3)－ア同様の方法でとる。終ってBdg′サーボ軸を「入」とする。
Bdg′で開度をとるかわりに8(Lh)で開度をとる方法も考えられる。あるいは51砲旋回のみローカルとする方法も勿論可能である。

3　測距射法の要領

射撃盤をGOCと同様な使い方をする応急方位盤管制射撃の方法である。

測的盤で得られた現在位置データーをもとに計算された苗頭．照尺を射撃盤に調定し発砲諸元を計算させようとするものである。

＜要領＞

(1)　V．Lh　サーボ軸を「切」とする。

(2)　距離　対　照尺角表を作成しておきVを手動により初期値の照尺角をとる。　（現在距離＋当日修正量＝初期値）

(3)　Lh　の初期値を計算から得　Lh軸に手動調定する。

(4)　弾着修正はU8の8(Lh)　8(Rh4)にて行なう。

(5)　測距（照尺）の変化分はVダイヤルに刻々手動調定する。

弾着修正については第9項　射弾修正　参照のこと。

なお8(Lh)．8(Rh4)は強制追尾又はモード4とすることによりU10に送られる。

＜実施上の前提条件＞

測距の諸元は得られる。

現在位置（B．E）は射撃盤に入り得る。

占位差計算は可能である。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

4　陸上射撃要領　（概案）

GFCS１型を用いての陸上射撃要領については48年度のEF研究課題として研究されつつあるのでその成果が発表されるまで待つこととし　ここでは可能と思われる方法の概略について述べることにする。

GFCS１型をもってする陸上射撃の考え方としては「如何に現在位置諸元 及び 相対速度諸元を射撃盤に入れるか」にある。

(1)　直接照準射撃

ア　「光学照準」「水上」を選択する。

（「光学照準」にして目標を追尾することによってE.By信号がU10の入力となる。）

イ　「MODE 3」とし　自速をDMダイヤルへ．また的針として自針プラス180°をCダイヤルに調定する。

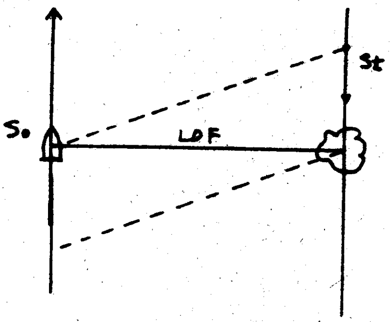
ウ　同上から得られるDmhx．Dmhy をMODE 4 を選択することによってU10の入力とする。

エ　距離諸元はレーダー測距不能の場合　U10において手動調定する。（距離はCIC測距離）

DM．C　は自艦停止と考え的針を $C_0 + 180°$ として調定する。　DMダイヤルには自速を調定する。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

オ　弾道修正はU10　Bドロワ　ΔX　ΔYに手動調定する。



Soで航行する自艦を停止と考える。

停止の陸上目標をStで航行すると考える。

$S_o = S_t \qquad C_t = C_o + 180^\circ$

(2)　仮標照準射撃

ア　測的不能の場合

(ア)「光学照準」　「水上」　とする。

(イ)　射手は仮標を照準する。

（TDSによって方位盤を指向する方法も考えられる。）

(ウ)　CIC指示　又は作図上から求められる距離を手動調定する。

(エ)　作図上（海図上）から目標までのオフセットを手動調定する。

U10　Bドロワ　「陸上射撃」ON

ΔXにて東西方向オフセット　（ヤード）

ΔYにて南北方向オフセット（ヤード）をとる。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(オ) DMhx DMhy を作図上から求め手動調定する。

あるいはMODE 3として「DM」（自速を調定する）「C」にそれぞれ自速及びCo + 180° を調定することによって得られるところのDMhx Dmhyを MODE 4（あるいは強制追尾）を選択することによってU10の入力とする。

別法としては計算上得られた DMhx，DMhyを手動調定しMODE 4としてもよい。

イ 仮標目標が測的（追尾）可能な場合

(ア) 仮標を追尾する。

(イ) U10 Bドロワ のΔX．ΔY でオフセットをとる。

（ΔX．ΔYは作図上得られるもの）。

(ウ) R．By．(E)． DMhx．DMhy は「追尾」ではそれぞれ射撃盤の入力となる。

5 擬似発射試験要領

(1) 目的

弾丸を発射することなく砲機が規定の入出力により正常に作動しかつ弾丸は射表どおり飛行すると仮定した場合の弾着点を予想して砲機の精度を動的に確認することにある。

(2) 理論

$$(\text{方向角})_{\text{システム}} = (\text{方向角})_{\text{正}} + \text{方向角誤差}$$

$$(\text{目標高角})_{\text{システム}} = (\text{目標高角})_{\text{正}} + \text{目標高角誤差}$$

$$(\text{苗　頭})_{\text{システム}} = (\text{苗頭})_{\text{正}} + \text{苗頭誤差}$$

$$(\text{照　尺})_{\text{システム}} = (\text{照尺})_{\text{正}} + \text{照尺誤差}$$

$$(Bdg')_{Ps} = (B)_s + p(Bdg')_s + (Lh)_s$$

$$= B + \Delta B + p(Bdg')_s + (Lh)_s$$

$$(Edg')_{Ps} = (E)_s + (V)_s = E + \Delta E + (V)_s + p(Edg')_s$$

$$(Bdg')_{Ps} - Lh = B + \Delta B + p(Bdg')_s + (Lh)_s - Lh$$

$$(Edg')_{Ps} - V = E + \Delta E + p(Edg')_s + (V)_s - V$$

$E + \Delta E$: LOS　　$(V)_s - V$: ΔV　　V : 計算値

ΔLh, ΔV を距離に換算する。これが弾着誤差となる。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(3) 条　件

ア　静的試験は完了していること.

(ア) 弾道検査

(イ) 初速空気密度気温偏差の検査

(ウ) 風力修正の検査

(エ) 目標速度試験

(オ) 速度見越量試験

(カ) 動作試験

(キ) 発砲諸元修正試験

(ク) 対空目標追尾試験

(ケ) 水上目標追尾試験

(コ) 水平精度試験

(サ) その他の砲機調整

イ　立付けを完了しておくこと

(ア) 射手は照準訓練を完了している

(イ) 管制盤（×2）

(ウ) 砲台射手　照尺手

(エ) 砲台記録員

(オ) CICプロッター　（航跡図　時間のチェック，艦橋へのリコメンド員）

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(カ) 管制室記録員 （Dmhx Dmhy Dmv R By V Lh）

(4) 細部要領

ア 試験カードの作成

(ア) 対勢を決める. （実施当初は 停止目標からがよい）

(イ) 変化する諸元としては R By Dmho である.

（当修は加味しない方がベターである.）

(ウ) (イ)から V. Lh を計算し試験カードに記入する.

(エ) 試験カード （シート番号 フェーズ番号を記入する.)を

各部に配布する.

イ 配置につける.

ウ Ph. Pe. Pv （補修正）等を入れる. 目標を追尾する.

エ 砲を自動とする.

オ CICは 試験カードの対勢となるように艦橋にリコメ

ンドをする.

カ CIC は対勢図に目標のプロットを始める

キ 方位盤射手は追尾中の目標がめがねのどこにあるかを

確認しておく.

ク 砲台射手も同様に目標を確認しておく.

（読取りの値が目標を中心にしているのか十字線中心

かをあらかじめ決めておくこと.）

ク　実施時の統制法

(ア)　発動等の管制法には時間、距離、方位の3方法がある。

(イ)　距離、方位管制の場合はレーダーマンが管制する。

（CPAに近づいたら距離管制がよい。）

(ウ)　時間管制の場合にはCICで行なうのがベターであろう。

(エ)　管制室の発令法は「シート番号○○番用意」

(オ)　砲台の発令法は「何番　苗頭○○○、○○調定よし」

ケ　砲台では配布されたカードの苗頭、照尺を調定し照準器をLDSに向ける。

コ　「てー」によって各部はずれの量を読取り記録をとりカードに記録する。

サ　航過1回につき8～12データ程度を集める。

(5)　データの分析

照尺＝測距離　＋　$\overline{DM}\cdot T_2$

これは弾道修正を加味していないからである。

ア　データのうち作図上の距離と実際測的時の距離の差を修正する。

イ　自速を修正する。（ログ速力と潮流とのベクトル差から対地速力を求める。）

ウ　的速を修正する。　（修正要領は同上）

エ　純誤差　ΔV　ΔLh　を計出し　これを弾着点の誤差に換算する。

オ　以上のデータをグラフ化　あるいは公誤処理をし補修正量（修正量）として決定する。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(6) サブダイナミックテスト

このテストは擬似発射試験ではないがシステムをダイナミックにチェックする方法として有効であるので紹介する。

実施要領

ア 対勢 的速 自速及び相対速度 初期値（E. By. R）
風 空気密度 初速偏差を求めて各距離に対する見越角
V. Lh 等の理論値を射表及び作図によって求めておく。

イ 各電源を「入」とし全系を「緑」とする

ウ 「捕捉準備」が「緑」の状態でMODE 1 又は 2とする。

エ 問題によって「対空」「水上」「速度」を選択する。

オ 各サーボ「入」の状態で初期値（R. E. By）をジョイステックによって調定し終って「切」とする。

カ 風 空気密度 初速偏差を手動調定する。

キ 速度サーボを「切」として各軸に速度を手動調定する。

ク 「モード4」を押す

ケ R. E. By のサーボ軸を同時に「入」とする。

コ 距離管制によってR. E. By. Bdg' Edg' V Lhの値を読み取って記録しそれぞれを理論値と比較検討することにより各部（方位盤も含めたループ）の作動の良否を確認することができる。
距離管制不具合の場合は方位管制で実施することも可能

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

である。

DMhx. DMhyの計出をモード3による場合には自速を停止と考えて自速+的速(kt)をDMダイヤルへ　Cダイヤルには的針±自針を調定する　(Co 30°の時　的針200°であれば的針を170°として手動調定する。)

次にR.E.By(初期値)を調定しモード4又は強制追尾とする。

DMhx.Dmhyダイヤルを読みとる。

この試験において目標自動表示盤を活用するとより興味深いものになるであろう。

(記録用紙に計画航跡を記入しておくなど)

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

SUB-DYNAMIC TEST 計算用紙（1例）

	作図から求まるもの				照尺														苗頭								Edg'	Bdg'
1	現在距離	的角（度）	方位（度）	風（度）	自艦（yds）	自艦（分）	的艦（yds）	的艦（分）	風（yds）	風（分）	空気密度	空気密度（分）	初速（yds）	初速（分）	気温（yds）	気温（分）	照尺（yds）	照尺用（分）	定偏（ミリイ）	風（yds）	風（ミリイ）	自艦（yds）	自艦（ミリイ）	的（yds）	的（ミリイ）	左右苗頭（ミリイ）		
2						a		b		c		d		e		f		g	h		i		j		k	l	m	n
3																												
4																												
5																												

※ $\begin{cases} V = g = a + b + c + d + e + f \text{（分）} \\ Lh = l = h + i + j + k \text{（ミリイ）又は（分）} \end{cases}$

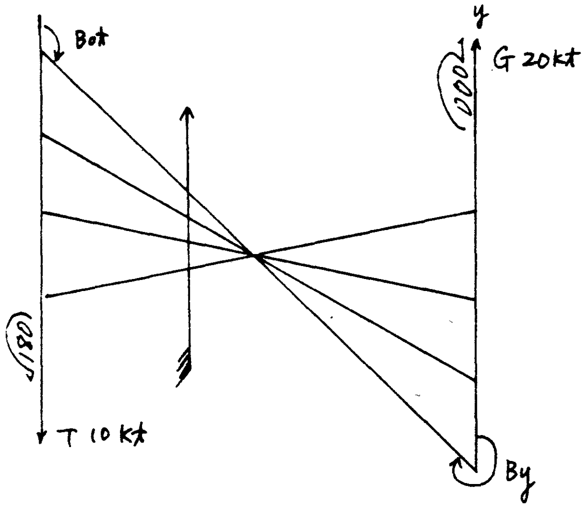
※ 調定

Co．DMhy．DMhx　空気密度．初速．気温　．Wh．Bwy．R．By

※ DMhx．DMhy の求め方

・例の通り作図で求める方法
・モード3を利用し測的盤に計算させる方法
　}がある。

（作図例）



DMhx = 0
DMhy = 30Kt
}が作図から求まる。

HP『海軍砲術学校』公開資料

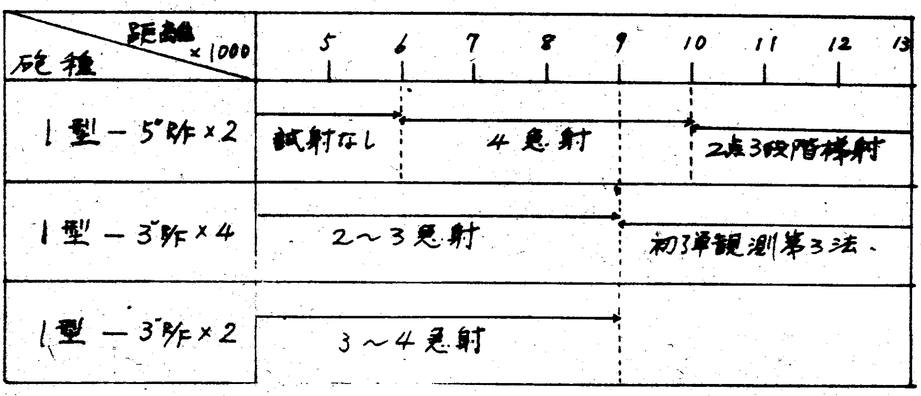
6 射法の検討

「現有砲とう武器体系に適合した水上射撃要領」（47年度 学校研究）を抜すいしてみると次のとおりである。

(1) 試射の要領

適用試射型式	内　　　容
初弾観測第3法	初弾を観測したら距間量の全量を修正して本射に入る。
階梯射第2法	階梯照尺差 100ヤード（1−A 150ヤード） 2門のときは2点3段階梯射
射弾群観測	学校研究によれば45．46年度の射撃成績をもとに有効弾確率を算出した結果 下表のような射弾群発射が最良であるとの結論を得ている。

射弾群発射の適用



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

〈参考〉　45．46年度射撃成績

	初弾偏位量	射心移動公誤	散布界(戦斗公誤)
1型　5"R/F×2	174.2	63.6	44.0
1型　3"R/F×4	96.1	29.7	33.5
1型　3"R/F×2	85.8	61.5	33.4

(2) 本射の要領

	内容
急斉射	5" R/F ×2 の場合
急射	3" R/F ×2 (×4) いずれも 2〜3急射
点射	3" R/F ×2 (×4) いずれも 3〜4点射
斉射間隔 2秒 射弾群間隔 6秒 を目標とする	

次にむらくもの戦術研究の成果である「射撃指揮装置1型運用準則（案）」を抜すいしてみると下表のとおりである。

<table>
<tr><td>射距離 ×1000ヤード</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">決戦距離</td><td colspan="4">最大有効砲戦距離</td></tr>
<tr><td>射法</td><td colspan="7">連測射法</td></tr>
<tr><td rowspan="2">試射</td><td colspan="4" rowspan="1">試射なし</td><td colspan="2">3回階梯射</td><td rowspan="2">初弾観測</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2">又は3急射</td><td></td></tr>
<tr><td>本射</td><td colspan="7">急射（斉射又は点射）</td></tr>
<tr><td colspan="8">階梯照尺差 50〜100ヤード</td></tr>
</table>

7　目標追尾条件　（測的盤設定諸元）

(1)　目標追尾法の概要

ア　モード1

(ア)　原則として捕そく追尾はモード1から始められる。

(イ)　目標速度に応じて押ボタンスイッチ　追尾感度「高」「中」「低」を選択する。

「追尾感度　高」　原則として高速目標に対して使用
「追尾感度　中」　〃　中速目標　〃
「追尾感度　低」　〃　低速目標　〃

(ウ)　低速目標に「追尾感度　高」を使用して差支えないが追尾が滑らかに行なえない場合が多いから避けたほうがよい。

(エ)　モード1は最も一般的な追尾モードであってこの状態で射撃が行なえるほか　不規則な動きを行なう目標の追尾．たとえばダッシュ追尾及びアスロック追尾を行なうのに適している。

イ　モード2

(ア)　モード2はこれを選択したいと思ったとき又はモード1の追尾が円滑でない時に選択する。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

但し目標現在距離が36000 yds 以上の時には選択してもモード2とはならない.

(イ) 目標追尾状態に応じて「速度時定数」を切り換える. すなわち追尾が円滑でない時は スイッチを1から2.3 4.5の方へ適宜まわして最もよい位置を選ぶ.

ウ モード3

(ア) モード3はモード1又はモード2による追尾がどうしても円滑でないときに選択する.

(イ) 次の場合は使用できない.

a 目標距離が36000 yds 以上の時

b 目標の速度が判っていないとき

(ウ) モード1又はモード2によって追尾している場合. 追尾が円滑でなく DM. C及びEtの指針がふらついている時 DM. C及びEtの手動つまみによって手動指針を動いている針のほぼ平均値に合わせて モード3とする.

(エ) モード3によって追尾している場合 DM C及びEt ダイヤルを十分監視して動いている指針の平均値が変ったら. それに応じて手動指針を合わせ直さなければならない。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(2)「追尾感度」の機能及び用法

モード1のときのみ作動し 追尾状態でのサーボ系帯域幅※を制御する。すなわちモード1においてはサーボ系の帯域幅を3段階に変化しているが追尾の初めは帯域幅の大きい(追尾感度大)モード1でかつ追尾感度「高」が優先的に選択される。(ORDALTされる予定)

サーボ系は一般にその入力条件に応じて帯域幅を持たせてあるが、GFCSのレーダーサーボ系のように低速目標から高速目標まで また小型目標から大型目標まで 各種の目標を追尾するサーボ系では一定の帯域幅をもたせることは困難である。したがって操作上目標に応じて また追尾状況に応じて切り換えるようにしている。

帯域幅は高、中、低に従って狭くなり、選択方法としては一般的に高速目標では帯域幅を広くとり、低速目標では狭くし、追尾が円滑でない時には狭くする方がよい。

すなわち帯域幅が広いほど入力の加速度以上の動きに対して遅れなく応答するが同時に雑音に対しても敏感となり場合によっては円滑な追尾ができなくなる。

また帯域幅が狭いほど雑音に対して鈍感となり追尾が円滑になるが入力の早い動き(加速度以上の動き)に対しては遅れを生ずる。　※「用語の解説」参照のこと

(3) 速度軸時定数の機能及び用法

速度軸 DMhz．Dmhy．DMv のサーボ特性を入力信号の性質に従って適切なものとするために 1 2 3 4 5 の5段階の手動設定がある．

ア．モード1・3の場合

速度軸は入力軸タコゼネ信号で位置制御となり 時定数を切換えることにより，まず誤差電圧の利得を切換える．これによってサーボループ利得が1～1/20まで変化する．またサーボ系の入力である速度情報はタコゼネ出力信号で微分方式であるため目標位置情報の雑音信号成分に対しても鋭敏な応答を示す．このため速度軸は雑音成分を平滑化し信号成分に対して所要の応答性をもつように増幅器を用いて低周波数領域のサーボ利得を高くし．高周波領域では低くし．また増幅器内の飽和特性によって必要外の大加速度入力に対しては応答しないようにしている．

1 ～ 0.2 sec
2 ～ 0.5
3 ～ 1.0
4 ～ 2.0
5 ～ 4.0

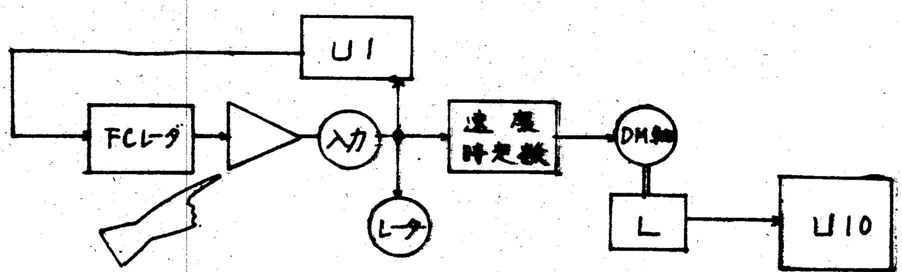
この時定数は速度軸サーボのバンド幅に相当する値でありT.Cを減らせば応答性はよくなるが雑音成分に対しても良く応答するようになる．

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

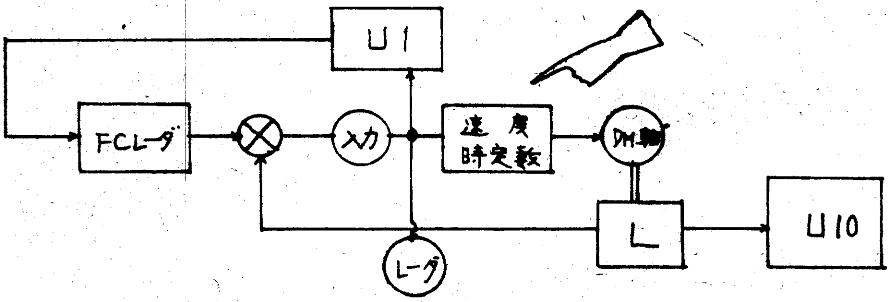
速度時定数の用法まとめ

	時定数	積分定数	適用される目標	
	モード1・3	モード2・4	水上・陸上	対空
1	0.2 sec	K		600kt以上
2	0.5	$\frac{1}{2}$K		400〜600
3	1.0	$\frac{1}{3}$K		100〜400
4	2.0	$\frac{1}{4}$K	すべて	100kt以下
5	4.0		〃	〃

追尾感度の位置（モード1）



速度時定数の位置（モード2）



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

〈参 考〉 GFCS 1型−B 性能改善試験報告抜すい.

1 スタビ水平精度試験

(1) 照準点と水平線との偏位量、

各速力の平均値

直進時	方位盤	±0.1〜±0.2 ミリイ
	#31	−1.3〜−0.2
	#32	−0.6〜+0.1
旋回時	方位盤	−1.3〜−1.1
	#31	−1.3〜−1.0
	#32	−1.2〜−1.0
蛇行時	方位盤	−0.4〜 0
	#31	−0.2〜−0.1
	#32	−0.9〜+0.4

(2) MK19 ジヤイロに対するスタビライザー 追従精度

対勢	直 進	旋 回	蛇行中
速 力	24	24	24
ロール誤差(平均)	0	−1.2	0
ピッチ誤差(平均)	0	0	0

(3) 動揺角検出精度

おおむね誤差は零である.

(4) スタビ水平精度

誤差は ±1.0ミリイ 最大である.

(5) 動修精度

各砲修正誤差は平均約1.0ミリイ　±1.5ミリイ 最大

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

2　水上目標捕そく追尾性能

(1)　モード

モード1.2.3による追尾では最大照準誤差は差異を認められない。　モード2がやや誤差小さく追尾なめらかである。

(2)　時定数

5.4.3.2.のいずれも最大照準誤差の著しい相違は認められない。

(3)　距離と目標

コーナレフ	9000～3000	標準偏差	
	モード1	上下方向約1.1ミリイ	
		左右方向	0.6ミリイ
	モード2	上下方向	0.8ミリイ
		左右方向	0.6ミリイ
	5500ヤード以内		1.0～1.5

PT－7　　6000～5000を境に照準点が変化する。
（5000ヤード以内では0.5ミリイ照準点が下る）

DD　　距離8000ヤード以内では距離による照準点の変化は認められない。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

3　ヽ二目標速度計算精度試験

ε(DMi)＝DMi（測定値）－DMi（理論値）を測定する.

但しiとはhx, hy, vの意

またDMi（理論値）はレーダ測定値　R（現在距離）と

B（相対方位）から作図によって求めた値である.

(1)　点目標

ア　直　進　　モード1.2　　時定数4.3.2　ほぼ同じ

平均 1.0kt　　3.0kt 最大

イ　自艦旋回　曲線切　MODE1.2とも追従おくれを生ずる.

（モード1 時定数3　　約3.2秒）

ウ　計算精度　モード1　時定数3　曲線入 ｝が最良

モード2　時定数2　曲線入 ｝

(2)　大型目標

ア　直　進　　モード2 計出速度の変化が円滑

モード1よりベター

時定数　モード1　　5 ｝が最良

モード2　　5又は4 ｝

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

イ　自艦旋回　　モード1 …… 4　｝最良
　　　　　　　　モード2　4又は5　｝
　　　　　　　　モード1.2とも 時定数3　計出速度円滑ならず

ウ　蛇行　　モード1　時定数4が最良
　　　　　　モード2　5.4.3では大差なし

エ　目標変針　　モード1よりモード2がベター
　　　　　　　　モード2では時定数4　最良

オ　目標旋回　　モード1　時定数4又は5　3では円滑にあらず
　　　　　　　　モード2では時定数3が最良

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

4　水上目標見越角計出精度

(1)　点目標

ア　直　進

モード　時定数　曲線の変化て差異なし

イ　旋　回

距離 4000ヤードではモード1　時定数3 }
モード2　時定数2 } 最良

(2)　大型目標

ア　直　進

距離 8000ヤードでは見越角計算精度はモード1.2の変化は認められない

時定数は5又は4が最良

イ　自艦旋回

距離 7000では モード2　時定数 5又は4 }
モード1　時定数 5又は4 } が最良

モード1　時定数3は変動大で不良

ウ　目標変針

距離 6000　モード2　時定数　4　が最良

モード1　時定数　5又は4　が良い。

3では不良

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

相対速度が小さい場合 距離約 7500ヤードでは
モード1 時定数 5が最良 4．3及び モード2では
誤差大

エ 目標旋回

距離 6000 モード1 時定数5 最良
4ではVのばらつき大
モード2 時定数5が最良 但し回
頭角に従ってV．Lhともに誤差増大

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

5　水上目標総合照準精度試験

目標捕そく追尾中の方位盤と砲のずれはシステム総合誤差即ち

レーダー照準誤差

動修計算誤差

占位差計算誤差

方位盤　砲の整合誤差

砲追従誤差

信号伝達誤差

ジャイロ誤差

ログ速力誤差

精度はモード１又は２　　時定数５又は４　　いずれも良好である．　前述の各試験結果と比較すると総合照準誤差を構成する各誤差は重畳されることなく　むしろ相殺し合って最終的にはかえって精度は向上している．
これはGFCS１型のアナログ方式のシステムを構成する各部は相互に相関関係があり　ある部分の事象がそのままシステムの最終端に直接　現われることはないということを示している．

6　対水上目標命中率

データーの信頼性

1単位35発を標準とし弾着散布界の標準偏差に対する信頼度を約75%としている。

(1)　直進対勢　　時定数5　　曲線 切

弾着散布　モード1 2では平均射心移動量は遠近 約23ヤード　左右 4ヤード　標準偏差 約52ヤード
あやなみ型第1有効帯の命中率 21%　　モード3では遠近のバラツキが少さく標準偏差で約38ヤード 命中率30%

(2)　旋回対勢　　時定数　4

モード1.2　曲線 入 切 いずれにおいても命中率は約20%　　モード1.2　曲線入とした場合には平均射心移動量は遠近 約25～30ヤードであり 直進対勢の場合と大差はないが 曲線 切とした場合は増大して遠近約 43ヤードとなる。

(3)　蛇行対勢　　時定数　4　　曲線 入

モード1.2 いずれでも平均射心移動量は遠近約52ヤード左右 約17ヤード 命中率は約19%

モード1.2　いずれでも左右のばらつきが他の対勢時

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

よりも大きく命中率はやや低下している。

＜参考＞

あやなみ型第1有効帯に対する命中率を射距離7000ヤードで30%とするためには遠近の弾着点の散布が標準偏差で約40ヤード（平均射心移動量 約27ヤード）にならなければならない。

7　対空目標捕そく追尾性能試験

(1)　距離の影響

ア　点目標　　（ALT 30～80ヤード）

6000ヤード以上と以内とでは上下方向の照準点が異なる。

モード1の場合　　R＜6000ヤード　約2ミリイ
モード2の場合　　R＜6000ヤード　約5ミリイ　｝下る。

これは海面反射と思われる。

イ　小型目標（スリーブ．ドローン）及び中型目標（F-86F）

R＜15000ヤード　照準点の変化はほとんどない。

(2)　目標の大小．対勢と追尾条件の影響

ア　点目標が静止している場合

「対空」よりも「対水上」が安定

イ　小型目標の場合

(ｱ)　向首．直進　　　モード1　追尾感度中　曲線切
時定数4．3
モード2　　時定数3．

変動中は上下左右方向ともに約2ミリイであった。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(ｲ) 目標旋回　　　モード1　追尾感度　中　　曲線　切
　　　　　　　　　時定数3　（左右方向がよい）
　左右追尾おくれ　約3ミリイ
　　　　　　　　　モード2　　時定数　3　（上下方向が良）

(ｳ) 自艦旋回　　　モード1　追尾感度中　時定数4．3
　　　　　　　　　曲線　入
　変動中は上下方向　約0.5〜1.0ミリイ
　　　　　左右方向　0〜1.0ミリイ
　　　　　　　　　モード2　　時定数　4　（左右のばらつきあり）

ウ　中型目標

　向首直進対勢，旋回対勢ともに　モード1の方がモード2よりもすぐれている．　直進ではモード1　追尾感度　高　曲線　切　　時定数　2，3が最良

　旋回では同上で曲線　入とするのが最良である．

　モード2では直進　旋回ともに時定数1又は2がよい．

　目標旋回では大きな追尾おくれが認められる．

　高速ドロンの場合はモード1　　追尾感度　高　時定数3又は2　あるいはモード2　時定数3が最適

なお向首直進では3000ヤード以内でかなり大きな追尾おくれが認められた．

8　対空目標速度計算精度試験

ε(DMi) = DMi(測定値) － DMi(理論値)

DMi(理論)はR．B．Eから作図によって求める

(1)　小型目標

ア　向首直進から旋回

精度のよいのはモード２　　時定数　３

直進時の最大誤差は５〜10kt　旋回では15kt程度

モード１　追尾感度　高　　時定数３　(旋回)

時定時４　(直進)がよい。

イ　目標横過から旋回対勢

精度のよいのは　モード1　追尾感度　高　時定数３

又は４　モード２では　時定数３がよい。

以上をまとめてみると対勢距離のいかんにかかわらず

モード1　追尾感度　高　　時定数３であり　モード2

では時定数３が最良である。

(2)　中型目標　（ALT 3000ft　速力　約400kt）

VT弾の作動範囲を考慮すると弾が目標の上下　左右及び遠近　15メートル以内通過するためには　速度計算に許容しうる誤差を目標高度　3000ft　速度　400ktとして算出してみると　R_2　5000ヤード　（R≒6910）

で Dmhy．Dmv　は3.4kt　Dmhx は 63kt である。
(但し他の計算誤差は零とする。)

最も精度のよいのは直進ではモード1　追尾感度　高　時定数　4　曲線　切　であり　計算精度は最大誤差が Dmv 約 10kt　Dmhy　約 6kt　Dmhx 約 10kt である。

旋回対勢ではモード2　時定数3で最大誤差 Dmhx Dmhy ともに25kt　モード1では追尾感度　高　時定数2　曲線 入 としても速度計算に時間的おくれが出ている。

以上の結果から　直進対勢時にはモード1　曲線 入 とするのが最良である。

(3) 高速ドロン　(約 5000ft　約 400kt)

データー数少なきため検討せず。

9 対空見越角計算精度

(1) 小型目標

ア 向首直進

モード1 追尾感度 高 時定数3
モード2 時定数3
} が比較的よい

但しV. Lhともに約25分最大の誤差でいずれもよい精度ではない。

イ 横過直進

モード2はモード1に比べてLhの精度が悪い。

10 目標統合照準精度試験

(1) Bラン R：2900ヤード

ア モード1 追尾感度 中 時定数 4

「100～300kt」 曲線 切

命中率 20% 以上期待可能

追尾感度 高 時定数 3 20% 以上期待可能

イ モード2 時定数 3 速度 100～300kt

曲線 切 命中率 25% 期待可能

(2) Uラン R：3900

モード2 時定数 4 100～300kt 曲線 切
命中率 14.3%

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(4) 目標追尾条件　まとめ

46年度むらくもにおいて実施されたGFCS1型－B性能改善試験をまとめてみると下表のとおりである。
これらがすべての「号機」に該当するものであるとは断言できないがおおむね当てはめられるものと考える。

この問題はやはり各艦がそれぞれにデータを集積しとう載中の指揮装置のくせを見つけ出すことが肝心なところであろう。

照準	モード	対空 直進	対空 曲線	水上 直進	水上 曲線	陸上 直進	陸上 曲線
光学	1	B	B	B	B	B	B
	2	E	E	E	E	E	E
	3	C	C	C	C	C	E
	4	D	D	D	D	D	D
レーダー	1	B	A	B	B	B	E
	2	A	C	A	A	A	E
	3	C	B	A	A	A	C
	4	D	D	D	D	D	C
		A 最適　C やや適　E 不適 B 適　D 応急的					

水上射撃設定諸元の標準

区分 ＼ 項目		直進	旋回航行	記事
照準	大型	光学照準		(1) 視界不良時はレーダー (2) 海上模様不良時はE=0
照準	中小型	レーダー照準		同上
モード		2	1	
追尾感度		低		「対水上」とすれば自動的「低」
速度時定数		4～5	3～4	
曲線		切	入	

対空射撃設定諸元の標準

区分 ＼ 項目	直進目標		旋回運動中の目標	記事
	直上通過対勢	横過対勢		
照準	レーダー照準			対勢変化急激な場合「光学」
モード	1(2)	2(1)	1	状況により( )内とする.
追尾感度	高(－)	－(高)	高	モード2の場合追尾感度不要
速度時定数	3～4	3	3	
曲線	切	切	入	加速度補正

(5) 追尾の円滑さの判定

ア 測的盤 追尾誤差表示メーター（REBy）を見る。
　針の振れが不規則で大きければ円滑でない。

イ 測的盤のR E By ダイヤルを見る。 針の振れが不規則で大きければ円滑でない。

ウ 測的盤 DM C Ex ダイヤルを見る。 針の振れが不規則で大きければ円滑でない。

エ ITV を観察し画面が円滑に移り変ればよい。また目標が画面の中央にあって滑らかに追尾していればよい。

オ 「誤差表示」を選択し中央のドットの動きを観察する。

(6) 「曲線」の機能及び用法

目標が等速直線運動でなくなった場合（加速度ダイヤルが変化する）に「曲線」入として射撃盤の速度見越角計算は管制部から得られる加速度信号を用いて曲線航行予測計算を実施させる。

V_0 なる速度が a という加速度を持ったとすると任意の時間 t における速度 V は

$$V = V_0 + at$$

$t=0$ から $t=T_2$ までの間に移動する目標の移動量 S は

$$S = \int_0^{T_2} V\,dt = V_0 T_2 + \frac{1}{2} a T_2^2$$

$= (V_0 + \frac{1}{2} a T_2) T_2$

ここにおいて $V_0 = DMhx_2$, $a = D^2Mhx_2$ とすれば

$S = (DMhx_2 + \frac{1}{2} D^2Mhx_2 \cdot T_2) T_2$ である。

故に曲線航行の補正としては $\frac{1}{2} D^2Mhx_2 \cdot T_2$ だけ加えてやればよい。

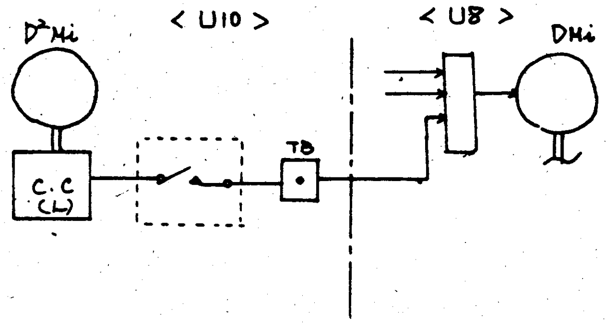
但し実際の場合にはサーボ系の定常偏差を更に補正項として加えてやる必要がある。

定常偏差 $= D^2Mhx_2 \cdot \mathcal{T}$ （$\mathcal{T}$：フィルター時定数）

故に最終的には

$S = DMhx_2 + \frac{1}{2} (T_2 + 2\mathcal{T}) D^2Mhx_2$ としている。

一方U8 Dドロワ「曲線」入にすることによりU10入力計算部のリレーが作動し D^2Mi 軸のCon Com出力をU8 DMi軸の入力に加算し追尾系の補正をする。



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(7) 的速設定

サーボモーターには精度上限界があってあらゆる回転数に用いるわけにはいかない。GFCS1型においてはR.E By の入力軸をそれぞれ入力の変化の度合にしたがい低速あるいは高速軸のいづれかを主軸として選択する。
この選択は※半自動的なもので　的速値の範囲を手動で設定することも可能である。

100kt以下　　100～300kt　　300kt以上

この選択と現在距離Rとの組合わせによって各入力軸の低、高速軸の選択が行なわれる。

DM ＼ R	6000yds以下	6000yds以上
100kt以下	R（高速） E.By（低速）	R E.By（低速）
100～300	R（高速） E.By（低速）	R（高速） E.By（低速）
300kt以上	R E.By（高速）	R（高速） E.By（低速）

※ サーボモーターの軸の外側にE/Eがついていて回転数をチェックして（自動的に）各軸を高低に切換えている。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

8 当日弾道修正法

(1) 風力修正

他の当日修正 即ち U(Mrh) U(Mb) X(Mrh) X(Mb) Y(Mrh) Y(Mb) が射撃盤 Bドロワにて調定するのに反して風力修正はU8 Dドロワで実施する。

U8 Bドロワには Wh及びBwyがダイヤル上表示される。 これらは気象室の計算回路において真風に換算されたものである。 但しこの値は真風が変化するたびにふらふらするものであり直結はできない。

そこでBドロワに表示させ この針の平均値をとって U8 Dドロワ のWh及びBwyつまみにより手動調定する。

留意事項としては風の変化の状況をよく観察し調定すること。

(2) 初速計算例

ア 発射薬及びエロージョンのデーター

薬 種 SPDF

薬 温 70°F

エロージョン測定値 30.4

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

イ　計　算

(ア)　薬温による初速差　　　　　　　　−28 m/s（射表14）

(イ)　エローージョン　〃　　　　　　　−8 m/s（射表18）

(ウ)　初速差合計　　(イ)＋(ア)　　　　−36 m/s

(エ)　公称初速　　　　　　　　　　　　2700 m/s

(オ)　現実初速　　　　　　　　　　　　2670 m/s

(カ)　調定値　　　　　　　　　　　　　20 m/s

（2670−2650）

仮に9000ヤードの射距離であれば初速差による射距離差　10欄で　35ヤード

$$\therefore \quad 20 \times \frac{35}{10} = 70\text{ヤード}$$

この70ヤードを分になおすのには 26 欄を見ると17分となっている。

$$17 \times \frac{70}{100} = 11.9 \text{ となる.}$$

従って射撃盤に +20 m/s を調定すると約12分 現在のVの値より下るということになる。

<参考>

GFCS 1型 B　では　OP 1795 及び OP 1766が使用されている。

(3) 大気密度計算例

ア　ノモグラフ（射表）から求める方法（2FTGの指導法である）

必要な諸元

	（例）
・海面気温（°F）	80° F
海面気圧（インチ）	29.5インチ
射距離	9000ヤード

以上3つの諸元からノモグラフをひくと誤差＋200ヤードを得る。一方大気密度が基準状態と異なるための射距離差は射表（3吋R/Fの場合を引用）12欄から486ヤード／10％である。故に大気密度修正値D（％）は次の式にて求められる。

$$D = -10 \times \frac{+200}{486} = -4.11\%$$ ----- 調定する値である。

一般式は

$$\boxed{D = -10 \times \frac{A}{B}}$$

A：ノモグラフ読取値
B：射表12欄の値

イ　ボイルシャールの法則から求める方法

ボイルシャールの法則から

$$\frac{P}{T} = k \cdot d$$

P：気圧
d：密度
T：絶対温度
k：比例定数

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

今標準状態の気圧を P_s 密度を d_s 絶対温度を T_s とすると

$\frac{P_s}{T_s} = k \cdot d_s$ $d = \frac{P}{kT}$ $d_s = \frac{P_s}{kT_s}$

求める密度の比率 ε は

$$\varepsilon = \frac{d - d_s}{d_s}$$ である。

上式に d, d_s を代入すると

$$\varepsilon = \frac{P/kT - P_s/kT_s}{P_s/k \cdot T_s} = \frac{P \cdot T_s}{P_s \cdot T} - 1$$

ここにおいて $P_s = 1000mb$ $T_s = 273° + 15° = 288°$ 故に

$$\varepsilon = \frac{P(273+15)}{1000(273+t)} - 1 = \frac{0.288P}{273+t} - 1$$ 百分率に変換

すれば一般式は

$$\boxed{\varepsilon = \frac{28.8P}{273+t} - 100 \quad (\%)}$$

この一般式に P, t にそれぞれ値を代入し計算して作成したものが下表である。

射撃指揮装置I型A(B) 空気密度諸定量表

気温 (°C)	気圧 (mb) 980	985	990	995	1000	1005	1010	1015	1020	1025	1030	1035	1040
-10°	7.31	7.86	8.41	8.96	9.51	10.05	10.60	11.48	11.70	12.24	12.79	13.33	13.89
-5°	5.31	5.85	6.39	6.93	7.46	8.00	8.54	9.07	9.61	10.15	10.68	11.22	11.76
0°	3.38	3.91	4.43	4.97	5.49	6.02	6.55	7.08	7.60	8.13	8.66	9.19	9.71
2°	2.63	3.16	3.68	4.20	4.73	5.25	5.77	6.30	6.82	7.35	7.87	8.39	8.92
4°	1.89	2.41	2.93	3.97	3.97	4.49	5.01	5.53	6.05	6.57	7.09	7.61	8.12
6°	1.16	1.68	2.19	3.23	3.23	3.74	4.26	4.77	5.29	5.81	6.32	6.84	7.35
8°	0.44	0.94	1.47	2.49	2.49	3.00	3.52	4.02	4.54	5.05	5.57	6.08	6.59
10°	-0.27	0.24	0.95	1.77	1.77	2.28	3.78	3.29	3.80	4.31	4.82	5.33	5.84
12°	-0.97	-0.44	0.04	0.55	1.05	1.56	2.06	2.57	3.07	3.58	4.08	4.49	5.09
14°	-1.56	-1.16	-0.76	-0.15	0.35	0.85	1.35	1.85	2.36	2.86	3.36	3.86	4.36
15°	-2.00	-1.50	-1.00	-0.50	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
16°	-2.34	-1.84	-1.34	-0.85	-0.35	0.52	0.65	1.15	1.65	2.14	2.64	3.14	3.64
18°	-3.01	-2.52	-2.02	-1.53	-1.00	-0.54	-0.04	0.45	0.95	1.44	1.94	2.43	2.93
20°	-3.68	-3.19	-2.69	-2.10	-1.70	-1.22	-0.82	-0.23	0.26	0.75	1.24	1.73	2.22
22°	-4.33	-3.84	-3.35	-2.86	-2.37	-1.88	-1.40	-0.91	-0.42	-0.09	0.56	1.04	1.53
24°	-4.97	-4.48	-4.00	-3.52	-3.04	-2.55	-2.07	-1.58	-1.11	-0.61	-0.12	0.36	0.85
26°	-5.41	-5.23	-4.64	-4.16	-3.68	-3.20	-2.72	-2.23	-1.75	-1.29	-0.79	-0.31	0.71
28°	-6.23	-5.75	-5.28	-4.80	-4.32	-3.84	-3.36	-2.88	-2.41	-1.93	-1.45	-0.97	-0.49
30°	-6.85	-6.38	-5.90	-5.43	-4.95	-4.48	-4.00	-3.52	-3.05	-2.57	-2.10	-1.62	-1.15
32°	-7.46	-7.00	-6.50	-6.05	-5.56	-5.10	-4.63	-4.16	-3.69	-3.21	-2.54	-2.17	-1.70
34°	-7.97	-7.50	-7.03	-6.56	-6.10	-5.63	-5.16	-4.69	-4.32	-3.84	-3.37	-2.90	-2.44
36°	-7.86	-8.20	-7.73	-7.26	-6.80	-6.33	-5.86	-5.40	-4.93	-4.47	-4.00	-3.53	-3.07

備考

標準状態

気温：59°F (15°C)

空気密度：29.53インチ

750㎜Hg 1000mb

湿度：78%

SEKIREI B4 NO 153

(4) 気温計算例

射表 12a欄は気温が基準値より 10°F 低いときの射距離の増加量が記されている. (10800ヤード以上は減少する.)

気温	80°F	80−59° = 21°F.
射表	12a欄	9000ヤード …… 7ヤード

$$\therefore\ -21 \times \frac{7}{10} = -14.7\text{ヤード}$$

14.7ヤードを分になおすと 2.49 ≒ 2.5分となる.

以上で射撃盤に調定する初速. 大気密度 気温は判明したのでこれを調定し射撃盤のVの値を読みとる.

初速	−12′
大気密度	−34′
気温	+2.5′
計(当修)	−43.5′

R = 9000ヤード …… 694′

$$\therefore\ 694' - 43.5' = 650.5'$$

650.5′ を R 9000 とった時 Eg ダイヤルでチェックする.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

9　射弾の修正

(1)　対空射撃

対空弾道の良否は時限信管の場合　弾着点（信管炸裂点）の観測によって明瞭であるが　その他の場合にはほとんど判別は不可能である。　しかしながらGFCS 1型においてはFスコープを観測することにより弾道の良否をある程度まで判断できる。

即ち　Fスコープ上　輝点が上方から中央に集まるようであれば弾道は良好であると考えられる。　このように弾道が明らかに偏位していると判別可能な場合には δ(Lh) δ(V)で修正が可能である。

(2)　水上射撃

ここでは射撃指揮法上の射弾の修正という問題はとりあげないで　実際修正量を調定する方法について述べる。

「高め.下げ」修正	U 8 D	δ(Rh₄)
「右よせ.左よせ」修正	〃	δ(Lh)
「上よせ.下よせ」修正	〃	δ(V)

〈参　考〉

δ(Lh)　δ(V) は U 10　動修計算部の δ(Bg)　δ(Eg) にプラスされる如く入る。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

また g(Rh4) は占位差修正計算部においてRh4(見越)とプラスされる如く入り Eq 弾道 P(Bdq') の分母を変化させるとともに Eq. T2/R4 軸の入力ともなり V の値を変化させる.

なお現状においてはBスコープを弾観用として用いるのはその精度上から無理のようである.
これについては近い将来回路の全面的な改造 (ORDALT) が実施されるはずである.

10　補修正について

(1)　補修正の検討

艦砲射撃教範によれば「補修正とは射撃指揮装置及び砲の諸誤差 人的誤差等を修正するため照尺距離. 左右苗頭 上下苗頭及び信管秒時に加味する修正量をいう」とある.

この補修正については擬似発射試験あるいは実弾射撃の成績の綿密な分析. 検討を実施し各人の練度を考慮した上で決定されるべきものである.（前提条件として誤差最少の状態で実施のこと）

前回の射撃でこれだけの偏弾が出たからといって今回はその分を補修正として使用するなどという安易な方法は厳につつしまねばならない. なぜならばその補修正として使用した値はあくまでも前回の射撃の条件下における値であるからである.

補修正量をは握する方法として 弾道修正算を調定する場合それぞれの調定個所で調定するのでなく調定を集中し1個所で実施する方法がある. 使用されないものについては定位とする.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(例)　初速ダイヤル(基準値)　2650 f/s

当日計算した所の初速　2670 f/s

+20ft/sec

$20 \times \frac{35}{10} = 70$ yds

本来この +20 f/s は初速調定ダイヤルに調定されるべき値である。この +20f/s を 8(Rh4) により取ってやり射後生起した誤差を補修正とする。つまり誤差の原因となると思われる個所は標準状態として使用せず諸修正を集中させ誤差の介入を極限するという考え方である。

次に忘れ易い修正として潜差修正がある。これは水上射撃時 E = 0(+0)(ORDALT 0008J) とした場合 P(Edg')ん —— 高低差上下修正が零(又はある値)となるのでこの分を手動調定すると同時に視水平線誤差を修正するものである。

調定値　-(Dip + dip)　(又は Pe-(Dip-dip))

調定個所　8(V)

計算法　水平線の場合：　方位盤 $Dip_{(分)} = 1.776\sqrt{H_m}$

砲 $dip_{(分)} = 1.776\sqrt{h_m}$

水ぎわ眼高差の場合：

$$Dip\,(dip)_{(分)} = 0.00020967l + 3759.8\frac{x}{D}$$

x：高さ　D：水ぎわ迄の距離(ヤード)

(例) DDK型 7000ヤードの場合

約2.4分上よせ修正

約23ヤード遠修正

(2) g(Rh4)の検討

g(Rh4)で補修正を取る場合 g(Rh4)そのものに誤差があることも知っておく必要がある.

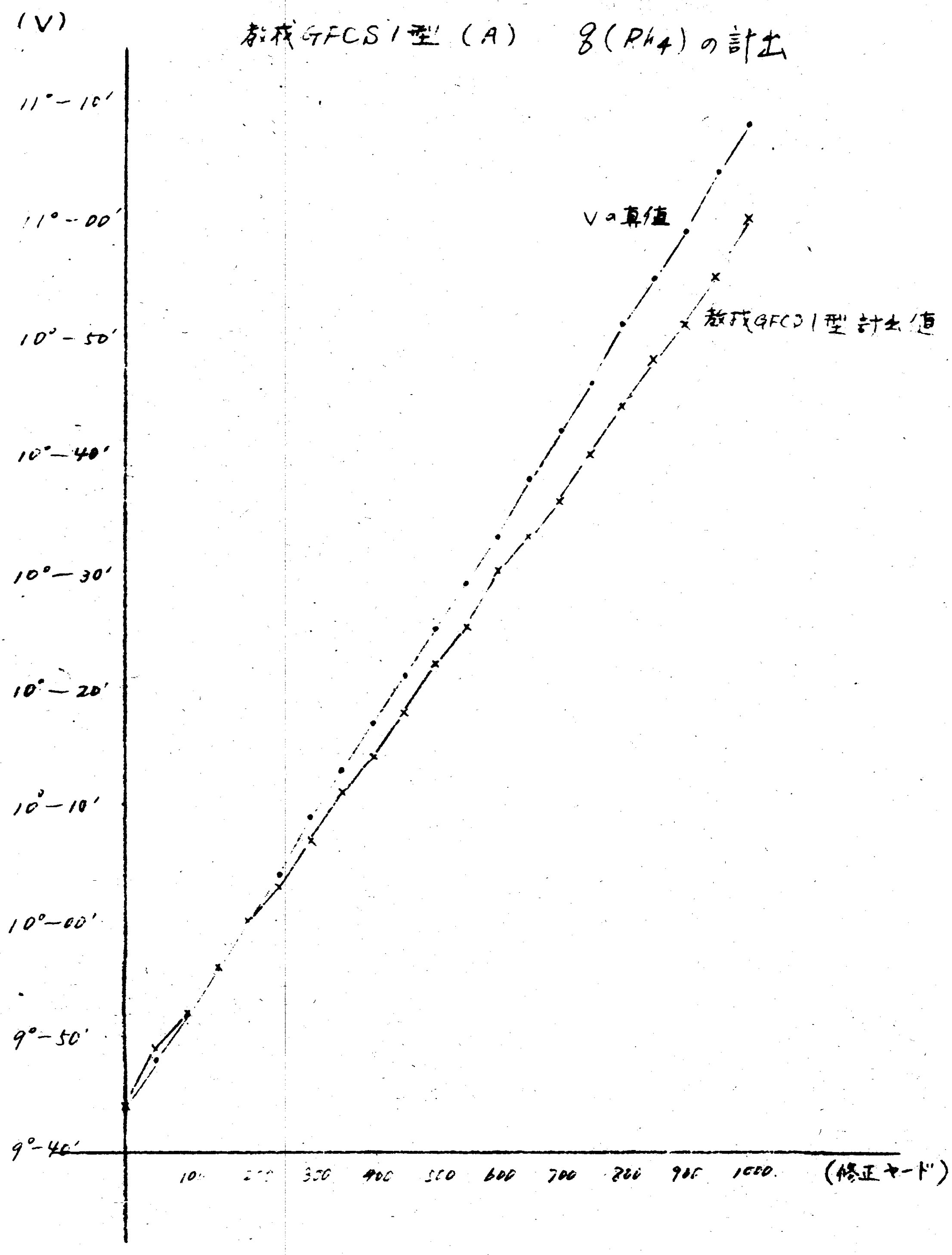
旗艦GFCS1型のg(Rh4)計出値をプロットしてみるとグラフの通りである. このグラフから判るように正しい修正値を得るためには g(Rh4)ダイヤルを+440とする必要がある.

各艦においてg(Rh4)の計出精度を検討し補修正をつかむことが肝要である.

補修正の問題はこのg(Rh4)にかぎらず個々の装置、回路素子等の精度を十分つめてかからねばならないという結論になろうか.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

教務GFCS1型（A）　δ(Rh4)の計出



(3) 射撃盤の誤差要素

射撃盤での計算過程において次のような誤差要素があるので参考として列挙してみよう。

これらはどのように調整しようとも除去できるものではないので当然補修正として考慮しなければならないであろう。

ア 計算コンデンサーの精度 (0.1%以下といわれている。)

イ 弾道関数 $F=f(T_2 \cdot E_g)$ を $F \doteqdot f_2(T_2/R_4)g_1(E_g)+f_1(T_2/R_4)$ $+f_3(T_2/R_4)g_2(E_g)$ として計算している。

ウ 弾道風偏差は本来 E_g の関数でもあるが これを $g(E_g)$ については無視して $f(T_2/R_4)$ でのみ処理している。

(例 Wra は $T_2=20$秒 で最大 20ヤードの誤差となる。)

エ 弾道風偏差 LOF と鉛直方向の風 (Wea) は無視し修正をしていない。

オ 定偏は $E_g=25°$ における T_2/R_4 の展開値で製作されている。

カ 気温偏差は複雑な曲線となるものを折線で近似化し $E_g=50°$ における曲線を採用している。

キ 占位差修正計算の略算がある。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

(ア)　$P(Bdg')h$

$$Ph = \frac{Pd \sin Bdg'}{Rh_4 - Pd \cos Bdg'} \fallingdotseq \frac{Pd \sin Bdg'}{Rh_4}$$

(イ)　$P(Edg')h$

$$Pe = \frac{Pd \cos Bdg' \cdot \sin\{Edg' + P(Edg')V\}}{R_4 - Pd \cos Bdg' \cos\{Edg' + P(Edg')V\}}$$

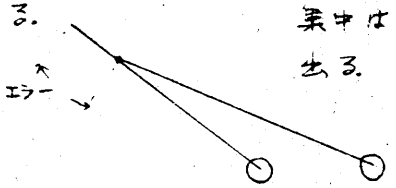
$$\fallingdotseq \frac{Pd \cos Bdg' \cdot \sin Edg'}{R_4}$$

(ウ)　$P(Edg')V$

$$Pv = \frac{Pvd' \cos\{Edg' + P(Edg')V\}}{R_4} \fallingdotseq \frac{Pvd' \cos Edg'}{R_4}$$

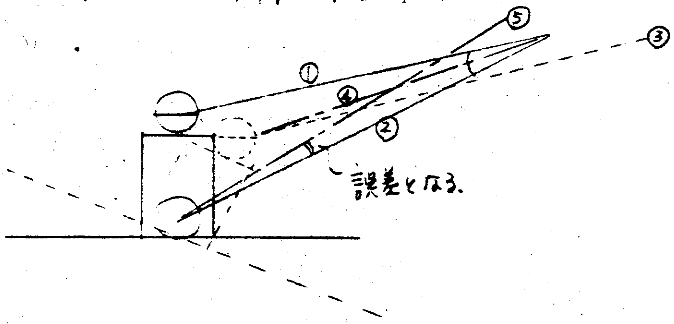
http://navgunschl.sakura.ne.jp/

ク　占位差修正をすることによって生ずる射距離については無視している。



集中はするがRh4に誤差が出る。

ケ　動揺がある場合　　動揺修正角 j(Bg) j(Eg)には方位盤そのものの移動量も含めた角を計出しているので砲は余分な角だけ俯仰角を取ることになる。



① 動揺がない時の方位盤LOS

② Pvが0nとなった時の砲のLOS

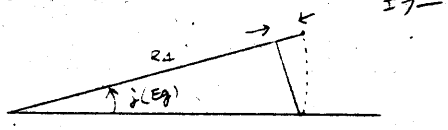
③ 動揺があって動修された理論上のLOS

④ 自動自尾のために目標をとらえようとしてアンテナに仰角がかかった実際のLOS

⑤ ④を基にしてPeをとった時のLOS

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

コ　動揺があり γ(Eg) γ(Eg) が計出された場合 R4 が変化するがこれを無視している。



サ　その他

(ア) 待受動作中の計出値には大きな誤差を含む

(イ) 高速遠対勢目標ではサーボループが収れんし難い

(ウ) 1型のコンコンは対空射表を記憶しているものであり水上射撃では誤差が出る

(4) 許容誤差

むらくも案　GFCS1型　運用準則(案)（47.11.1）の「整備基準」なるものを参考までに抜すいしてみると下表のとおりである。

区分			精度（許容誤差） 静的	動的	備考
システムアライメント	OPS-11(17)→OPA-4(6)→WAP(DAP)→FCレーダー		B±1°以内	±2°以内	FCレーダー基準 Co=0°
			R±R/1000	±1マイル以内	
	TDT→FCレーダー		±1°以内	±2°以内	
	SLS→FCレーダー		±1°以内	±2°以内	
	ボアサイト→G/S→FC[illegible]		±3分以内		ボアサイト基準
	G/S→射撃盤→砲		±3分以内	±6分以内	
	スタビライザー水平精度		±3～6分以内		
追尾精度	最大追尾距離	10mφアルミ球	15,000～18000ヤード以上		回転目標障害から15°以上離隔きるところで測定
		風船のみ	5000ヤード以上		
	距離誤差		±20ヤード以内		点目標
	角度誤差		平均　±3′以内		
			最大　±5′以内		
	速度誤差	対水上	±2kt以内		
		対空	±10kt以内		

区分		見越角計出精度（動的試験）		備考
		項目	精度	
左右	水上		基準値±3分以内	
	対空		±5分以内	
上下	水上		±5分以内	
	対空		±5分以内	

※ システムとして処理する場合　弾道＋速度＋動修＋占位差の誤差の総計が±6分以内に納めること.

※ スタビライザーの動的誤差はMK19ジャイロで±3分以内に収めること.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

11 砲機調整法

(1) 角度修正機構の用法

ア 方位盤角度修正機構 (U－3)

ジャイロ据付面と水平面との差角をαとし水平面とスタビ据付面との差角をδとした場合 U3で調定する値は $\vec{\alpha}+\vec{\delta}$ を Zo Eio 軸にベクトル分解した値である。

ジャイロ据付面とは Zo. Eio 発信シンクロのステーターが取付けられている面である。

水平面とは ジャイロを起動した時 ジャイロの回転軸と直角の面 つまりこれは Zo. Eio 発信シンクロのローターが連結されている面である。

スタビ側の水平面とは Zo Eio 受信シンクロ (CT) のローターが連結されている面 つまりプラットホーム面 (方位盤据付面) のこと

スタビ据付面とは Zo Eio 受信シンクロ (CT) のステーターが取付けられている面 のこと

$\vec{a}+\vec{\delta}$ のデータは 方位盤水平精度試験の結果得られる。即ち 水平精度試験を実施し修正を g(Eio) g(Zo) によって調定したならばジャイロ据付面と水平面との差角とスタビ据付面と水平面との差角とをあわせて修正した結果になる。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

ここにおいてジャイロの発信シンクロであるが　ジャイロ起動中にシンクロ零調整を実施したのであれば $a=0$ である。但しジャイロ据付面と水平面との差角が以後変化しない場合にのみいえる。　もし何らかの理由　例えばバラストの変化等によって差角が変化した場合には $a \neq 0$ となりその都度調整をしなおす必要がある。

またスタビ据付面と水平面との差角がないならば　$b=0$ となり　角度修正機構に調定する必要はない。

水平精度試験が実施できない場合には a 及び b の値を何らかの方法で知る必要がある。

例えば a であればジャイロ起動中と停止中（ジャイロ据付面に一致するはずである）の軸の差角である。

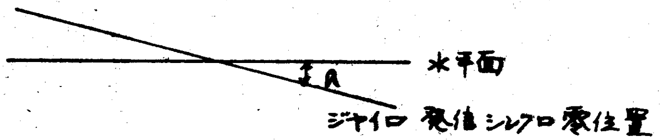
一方スタビの方は水平面とスタビ据付面との差角を知る（艤装時の　スタビ据付面　斜度検査の結果から分るであろう）
このようにして求められた a と b をベクトル合成し $g(E_{i0})$ $g(Z_0)$ に調定すればよいことになる。

さて艦のバラストの変化をどう考えたらよいかという問題であるが　動揺と同様に考えればよい。
つまりジャイロの発信シンクロをジャイロ停止時（この時ジャイロは据付面に一致しているはずであるから）零調整して

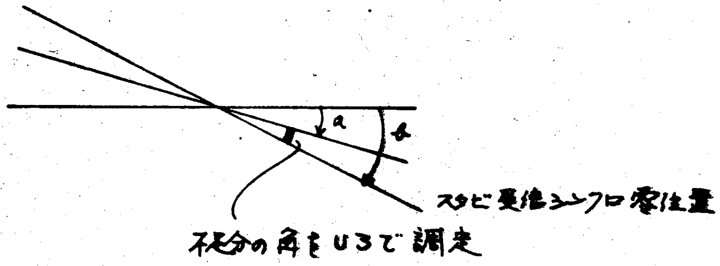
http://navgunschl.sakura.ne.jp/

おけばジャイロ起動時には甲板面傾度を常に発信することになる。 つまりスタビは甲板面傾度分だけ修正され水平となる。 結局 $\vec{a}+\vec{b}$ の修正とはジャイロ据付面傾度とスタビ据付面傾度の差を調定することである。

（ジャイロ側）



（スタビ側）



イ　射撃盤角度修正機構

砲据付面（ローラパス面）傾度の修正が可能である。
但し砲が1基の場合には可能であるが2基の場合には調定値を零とし各砲台において個有の修正値を修正する。通常はU3で$\vec{a}+\vec{b}$を調定するのでU10は零でよい。

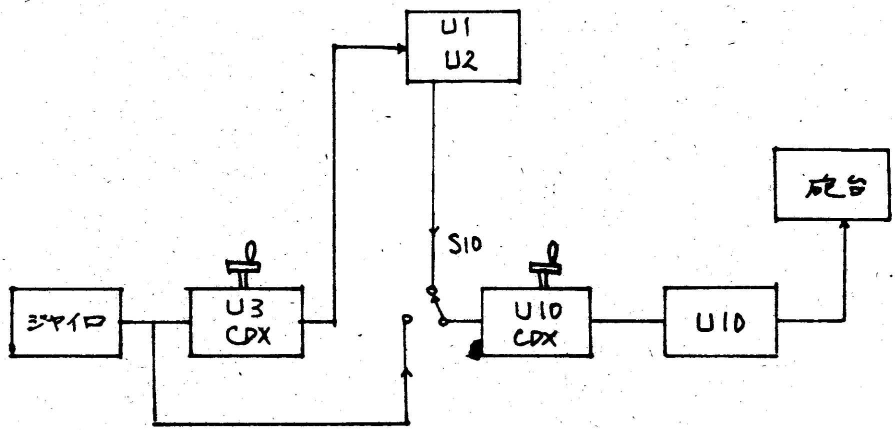
注意しなければならないのは8(Ei0)．8(Z0)の調定は砲台にあるローラーパス修正器と異なり全周にわたって傾度を修正するといった機構にはなくある一点のみで修正するというものであり用法を混同してはならない。　即ちここでいうローラーパス傾度修正というのはあくまでも応急的な用法ということになる。

以上はU10　Eドロワ　S10を「スタビ」とした場合の用法であるが，「ジャイロ」位置で用いる場合の方法についてのべる。

「ジャイロ」位置では動修信号はU3～U2を経由しないので$\vec{a}$のみをU10において調定しなければならない。（U2の傾度誤差は考えなくてよいことになるからである。）

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

動修信号ブロック図



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(2) 射前の簡便な整合点検法

ア シンクロ系のチェック

(ア) 「スタビ」を切とする (砲持断盤)

(イ) 方位盤旋回 俯仰に基尺~~をあ~~てる.

(ウ) 各発信シンクロは零電圧であること.

(注) このチェックではプラットホームの傾度は現われない.
あくまでも水平精度試験結果が良好であることが前提

(エ) U8を「強制追尾」とする.

(オ) U8 入力軸の各発信シンクロは零電圧である.
(この場合 入力軸の各ダイヤルが零であることは勿論である.)

(カ) U10 V. Lh 軸の差動シンクロは零電圧である.
但しこの場合方位盤は基尺をあてE. Bは零発信していることを確認しつつ実施すること.

(キ) . j(Eg) j(Bg) 差動シンクロは零発信であるかを確認する.

(ク) Bdg' Edg' 発信シンクロの零発信確認する.

(ケ) P(Edg')#1.2 P(Bdg')#1.2 の零発信確認する.

(コ) 砲を自動とし旋回. 俯仰目盛をチェックする.
(目盛盤 整合が完了しておれば基尺を合わせる必要はない.)

(注) 但し通信器上合致したからといって軸線が平行であるという保証にはならない.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

イ　集中角修正系のチェック

(ア)　射撃盤　V. Lh を切とする.

(イ)　「スタビ」を入とする.　（砲持断盤）

動揺をきかせ照準を容易にする.

(ウ)　j(Eg), j(Bg) を入とする.

(エ)　Bag'. Eag' を入とする.

(オ)　P(Bag'). P(Eag') を切とする.

(カ)　測的盤上モード4を選択する.

(キ)　光学照準とする.

(ク)　砲を自動とする.

(ケ)　固定目標を照準する.

(コ)　計算上の集中角修正値をU1Dの P(Bag'), P(Bag') ダイヤルに手動で調定する.　砲側照準望遠鏡において目標が合致すれば良好である.

(サ)　次に P(Bag'). P(Eag') を入とし　目標までの距離をとって照準する.　砲側で合致すれば良好である.

(シ)　各砲まちまちの誤差が出る場合はその傾向を十分調査し集中角修正に帰因するものであれば　U10 Aドロワの R_7 ～ R_{10} を調整する.

(ス)　調整した場合には必らず再チェックをしかもなるべく多くの目標で行なうこと.

HP『海軍砲術学校』公開資料

(3) シンクロ整合試験

ア 方位盤 射撃盤 測的盤

(ア) 準備

a 方位盤の旋回 俯仰駆動機構部の外ぶたの除去

b 旋回 俯仰基尺座カバーの除去

c 角度修正機構部のスタビ手動スイッチを「手動」にする.

d 方位盤旋回固定栓を外し O.M.Cの俯仰ブレーキ 開放スイッチを「開放」とする.

e 射撃盤きょう体右側のカバー除去

f 全系 台とする.

(イ) 実施手順

a 方位盤 E. B 系

(a) 方位盤旋回(俯仰)用手動ハンドルで方位盤を基尺位置(0°)にすえたとき 方位盤E(B)軸発信シンクロ(精粗)が電気的零位置になっているか及び方位盤俯仰(旋回)目盛盤が0°を示しているか検する.

(b) 測的盤BドロワのC_0スイッチ「切」とし$C_0 = 0°$を調定し方位盤B軸が0°になっているとき C_0軸の差動シンクロ発信器(精 粗)の電気的零位置及び測的盤AドロワのE(Bg)の ダイヤル値の0°を検する.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(c) 射撃盤のV, Lh（Eドロワ）, j(Eg) j(Bg)(Fドロワ）のスイッチを「切」とし V. Lh j(Eg) j(Bg)をそれぞれ0°に調定したときV. Lh j(Eg) j(Bg)の各差動シンクロ発信器の電気的零位置及び射撃盤 Edg′(Bdg′)（Aドロワ）のダイヤル値の0°を検する.

(d) 方位盤を旋回. 俯仰し 整合状況を検する.

(e) 方位盤を旋回 俯仰ダイヤルによってE = 30° B=0°に固定し整合状況を検する.

(f) 許容範囲　対勢表示 B ±1°

その他　±3′以下

b 測的盤管制部 E. By. R 系

(a) 方位盤で「光学照準」. 方位盤 白 とする.

(b) 測的盤E（高速） By（高速）（Aドロワ） R（高速）(Bドロワ）のスイッチを「切」としE. By. Rをそれぞれ0に調定したとき E（高速）, R（高速）, By（高速）軸の発信シンクロはそれぞれ電気的零位置にあるか検する.

(c) 測的盤のC_0ダイヤル（Cドロワ）を0°に調定し射撃盤を強制的に計算開始させる（きよう体のTB 3～8 ―TB 26-1～6 接続）とき射撃盤R. E. By（Cドロワ）ダイヤル値が0及び方位盤俯仰. 旋回ダイヤル値が0であることを検する.

(d) 整合状態を検する.

(e) 許容範囲　　R±10ヤード以下　その他　±3′以下.

C 測的盤指示部E. By. R系

(a) 方位盤で「レーダー照準」とする.

(b) 測的盤 Coダイヤルに0を調定. 測的盤 E. F. Gドロワの R(レーダ) E(レーダ) By(レーダ) スイッチを切とし R. E. Byを0に調定したとき 測的盤A. Bドロワの E. By. Rダイヤル値が0であることを検する.

(c) 許容範囲　　R ±200ヤード以下　その他　±1°

イ 動揺修正系 動揺修正計算系

(ア) 準備

a スタビライザじや腹を上方に係止する.

b 全系白　方位盤 白　スタビ用意(緑)とする.

(イ) 実施手順

a Z_0 Eio系

(a) 角度修正機構のロール及びピッチ修正量を記録した後. 修正ダイヤルをいずれも0にし ブレーキ固定後修正ダイヤル値が0になっているか検する.

(b) ジャイロが安定した状態でロール. ピッチダイヤルとスタビライザーの誤差が±3′以内にあるかを検する.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(c) 誤差が±3′以上のときは 垂直ジャイロとスタビライザーのシンクロ整合を行なう.

b ジャイロとスタビライザー シンクロ整合

(a) ジャイロのロール.ピッチジンバルを手動で動かしロール.ピッチを0とする.

(b) ロール.ピッチ発信シンクロ(精粗)の電気的零位置を検し 角度修正機構の修正用差動シンクロ発信器の電気的位置を検する.

(c) 約10分後 スタビを作動させ.スタビライザーのロールピッチダイヤルが0になっているかを検する.

(d) ジャイロとスタビライザーのシンクロ整合を検する.

(e) 許容誤差 ±3′以下.

以上調整終了後 a項(c)までが終ったことになる.

(d) 射撃盤 δ(Z) δ(Eio)(Eドロワ)を0に調定しスタビライザーと射撃盤のシンクロ(ロール.ピッチ)整合を検する.

(e) 許容誤差 ±3′以下

HP『海軍砲術学校』公開資料

ウ　シンクロ調整法

測定はシンクロスコープ　ACバルボル　テスター等により行ない　AC 100mv 程度まで測定する

(ア)　発信シンクロ　(CX)

CX側のモーター励磁用スイッチを「切」にして手動でダイヤルを0°にし　CXシンクロ（精粗）の電気的零点を検し　ずれておればステーター S_1 ～ S_3 間が0vを示すまでステーターを静かに回わし調整する

(イ)　差動シンクロ発信器　(CDX)

CDXを介している場合は同軸モーター励磁用スイッチを「切」にして手動ダイヤルを0°にし　CDXシンクロ（精粗）の電気的零点を検し　ずれておればローター R_1 ～ R_3 間が0vになるようにステーターを回わし調整する

(ウ)　受信シンクロ　(CT)

CT側機構部のダイヤル値が0°を示すかを検しずれておれば同軸モータ励磁用スイッチを「切」とし　手動ダイヤル値を0°にしてFINEシンクロの R_1 ～ R_2 間が0vを示すようにステーターを回して調整する

エ　その他のシンクロ整合試験

(ア)　目標指示系

(イ)　自艦入力系

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(4) 方位盤 スタビライザー水平精度試験

ア 準備

(ア) 関係電源の投入

(イ) 全系（白）

イ 実施手順

(ア) 修正精度 A （スタビライザ 単体試験）

艦動揺時スタビライザーを作動させて 俯仰ブレーキを開放して 手動ハンドルにより方位盤の照準望遠鏡を水平線に向け これを照準しつつ方位盤をゆっくり旋回させ水平線の上下を検する.

許容範囲 ： 水平線の上下が1ミリイ以下

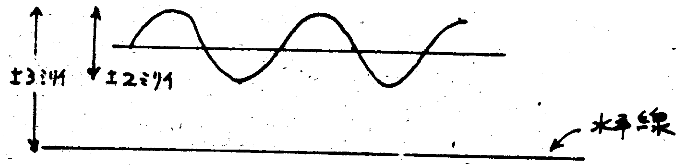
調整 ： 角度修正機構のロール修正. ピッチ修正つまみによる.

(イ) 修正精度 B （方位盤一砲連動試験）

方位盤を左舷又は右舷の任意の位置におき照準望遠鏡の俯仰零の線を水平線に合わせ. 射撃盤の見越スイッチ「切」. V. Lhを零 R（見越）スイッチを「切」とし 略水平距離を調定して砲を自動としたとき 砲側照準望遠鏡で水平線を観測する. （できれば30°毎にその振幅と振幅中心の水平線からのずれを測定する. 詳細については(6)項 砲連動の水平精度試験法」参照のこと.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

許容範囲



調整：

射撃盤Eドロワ　ロール、ピッチ修正つまみ

※ 修正精度Bの実施要領等については (6) 項において詳細をのべることにする。

※ 修正精度Aの調定量の決定法はMRカード参照のこと。

(5) 砲との整合法

ア 準備

(ア) 関連電源の投入

(イ) 全系（白）とする。

イ 実施手順

(ア) 照準望遠鏡と整合望遠鏡の整合

a 俯仰角がほぼ0°となる位置で 4000ヤード以上離れた目標の一点を方位盤の整合望遠鏡及び照準望遠鏡で同時に観測してそのずれを検する。

b 目標をかえて上記を実施する。なお動揺時以外スタビは起動しない。（両望遠鏡の間隔　左右方向1m　上下約 0.3m　視差1分以下）

c 俯仰角にずれがある場合 照準望遠鏡俯仰角微調機構により修正 (MRカード参照) ただし方位角にずれがあるときは乗員で調整してはならない

α 調整用特殊ボルトは一方を回わせば必らず他方は同量だけ逆転させ 最終的に遊びがないようにする

(イ) 電波軸と照準望遠鏡の整合

a 指揮装置を作動状態とし コーナレフをつけた風船をできれば4000ヤード離れたところで揚げ 照準望遠鏡の十字線中心とのずれを追尾しながら検する
(照準望遠鏡と反射鏡の間隔は左右約 0.85m 上下 0.
視差1分以下)

許容範囲 : 平均 ±1 ミリイ以下

b ずれが許容範囲にないときは反射鏡調整機構の微調整ナットによって風船が照準望遠鏡の十字線の中心にくるように調整する. 調整範囲 約 ±30ミリイ.

c 粗調整 ナット 1/6回転 2.5ミリイ

(ウ) 砲軸線と照準望遠鏡の整合 (平行検査)

a 第1法

(a) この整合実施前に射撃盤 砲側間のシンクロ整合すなわち 射撃盤の Eαg′ Bαg′ p(Eαg′)#1 p(Bαg′)#1 p(Eαg′)#2 p(Bαg′)#2 サーボスイッチを「切」

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

Edg' = 0　Bdg' = 90°(270°)　p(Edg')#1 #2 = 0

p(Bdg')#1, #2 = 0 を調定したとき　砲受信調整器の旋回、俯仰ダイヤルが射撃盤発信シンクロに整合されているか検する。

(b) Edg'　Bdg'　p(Edg')#1 #2　p(Bdg)#1 #2 サーボスイッチを「入」とする。

(c) 砲中にボアサイトを取りつける。

(d) スタビライザー零位置係止とし　射撃盤のEio Zo i(Eg) i(Bg)の目盛0を確かめ　Eio Zoのサーボスイッチを切とする。

(e) 射撃盤　見越スイッチを切とする。占位差修正スイッチを切とする。　V. Lh　p(Eag')#1 #2　p(Bag')#1 #2 目盛0を確かめ　V. Lhサーボスイッチを切とする。

(f) 砲を自動管制とする。

(g) 目標を艦首尾線上5000ヤード以上又は星(天体)を利用する。

(h) 目標を方位盤照準望遠鏡の十字線中央に合わせ「てー」を砲側に知らせ　このときの砲側の旋回俯仰受信器の目盛を記録する。

(i) 砲のボアサイトの十字線の中央に目盛を合わせるように方位盤を動かし前項と同様記録する。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(i)　(h).(i)項の読みを比較し旋回俯仰とも±13分以下の許容範囲にないときは砲側の受信調整器でボアサイトの十字線が目標に合致するまで調整する.

b 第2法　一点整合法

(a) 砲中にボアーサイトを取り付ける.

(b) スタビライザーを零位置係止とし射撃盤の Eio Zo i(Eg) i(Bg)の目盛0を確かめ Eio Zo のサーボスイッチを切とする.

(c) 射撃盤見越スイッチ 切とし V. Lh 目盛の0を確かめる.

(d) 射撃盤 Edg' Bdg' $P(Edg')^{1(2)\#}$ $P(Bdg')^{1(2)\#}$の各サーボスイッチを入とし それぞれの目盛は正しく作動することを確かめる.

(e) 3000～8000ヤード (射距離付近)の縦横線の明瞭な目標を選定し R(見越)サーボスイッチを切として手動で目標までの距離を調定する.

(g) 砲を自動管制とする.

(h) 目標を方位盤照準望遠鏡の十字線の中央に合わせ「てー」を砲側及び管制室に通報 管制室は Edg' Bdg' $P(Edg')^{1(2)\#}$ $P(Bdg')^{1(2)\#}$の目盛値を砲側はボアーサイ

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

ト十字線中央からの目標のずれ及び旋回俯仰受信器の目盛を記録する.

(i) 数回くり返し反対方向の目標についても同様実施する.

(j) 許容範囲　　旋回俯仰　　±3分以下.

(g) 上記許容範囲にないときは　その原因を確かめたのち修正量を決定し　砲受信調整器でポアーサイトの十字線の中央に目標が合致するよう調整する.（十分検討した後に.）

(h) 各砲とも同方向　同量の誤差であれば測的盤のg(LL) g(V)修正つまみで修正可能である.（補修正として処理する）

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(b) 砲連動の水平精度試験

GFCS 1型は各サーボスイッチの「入」「切」によっていろいろな動的整合試験が可能であるが ここではスタビを係止した状態で砲側にPeのみを発信させて動的整合を確認する。但しORDALT 0008J「E」SWはE≠0とする。

ア. 準備

試験を行なう距離Rを射撃盤に手動調定し初速2650 f/secを初速調定ノブに調定する。次にスタビからの入力をカットするためj(Eg) i(Bg)サーボを「切」とし各ダイヤルが零であることを確認する。そして距離に対する砲軸角をカットするためにV(Lh)サーボを「切」としVダイヤルに手動で試験距離に応じたPeの値を手動調定する。この場合 指揮装置は砲側にEdg' = Pe を発信することになる。

一方砲側の照尺調定器には 各砲 方位盤の潜差を加味して 砲側への調定量 = Pe −(DIP − dip)を調定する。GFCS 1型ではPeの値は各砲ごとに計算しているので水平線試験は1番砲、2番砲 別個に行なう必要がある。 各潜差について「なつぐも」の値を示すと次のとおりである。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

6000 yds　$Pe_1 = \frac{6.8}{6000} = 1.13$ ミリラジアン $= 3.9$分

$Pe_2 = \frac{3.3}{6000} = 0.55$ ミリラジアン $= 1.89$分

7000	$Pe_1 = 3.44$分	$Pe_2 = 1.62$分
8000	2.92	1.42
9000	2.60	1.26

方位盤と砲の DIP . dip　（水平線視差角）

$DIP = 1.776\sqrt{14.58} = 6.77$分

$dip_1 = 1.776\sqrt{8.86} = 5.28$分

$dip_2 = 1.776\sqrt{10.95} = 5.87$分

イ　実　施

(ア)　指揮装置に関連電源を入れ試験を行なう距離Rを射撃盤に手動調定し初速 2650 ft/sec を初速調定ノブに調定する

(イ)　j(Eg) j(Bg) サーボを「切」とし　各ダイヤルへ零を確かめる

(ウ)　V. (Lh) サーボを「切」とし手動で V ダイヤルに方位盤と31番砲との高低差 上下修正 Pe1 を調定する.

(エ)　31番砲の照尺目盛に〔Pe −（Dip − dip）〕を　下記の表から分単位で調定する.

(オ)　31番砲を自動にして方位盤を正横方向に旋回する.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(カ) 方位盤射手は水平線を照準し上下の照準が良い時に「テー」を発唱し 31番砲は その時の砲側照準器による水平線の照準状況を調べ 管制室に報告するとともに記録する。

(キ) 管制室では数回くり返して誤差の状況を調べる。ほぼ一定値の場合は その誤差量を Vダイヤルに調定して砲側照準器の照準が方位盤の照準と合致することを確認する。

(ク) 31番砲をローカルとし Vダイヤルに Pe_2 を手動調定する。

(ケ) 32番砲の照尺目盛に {Pe_2 −(Dip −dip)] を調定する。

(コ) 32番砲を自動にする。

(サ) 前(カ)〜(キ)項を32番砲についてくり返す。

(シ) 31番砲と32番砲の誤差が同方向，同量ならば 砲機調定誤差として初照尺決定時 加味する。

同方向であるが誤差量が異る場合には平均値を取り 初照尺決定時 その平均値を加味する。 異方向で2ミリイ以上の差違がある場合は平行検査をやり直す要がある。

ウ 砲側への調定値の計算法

Elg'	#1（1番砲）	#2（2番砲）
Pe	+ 分	+ 分
DIP	− 分	− 分
dip	+ 分	+ 分
砲側への調定量	分	分

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

エ　ORDALT 0008J 「E＝0」スイッチを使用する場合
Pe＝0となるので砲側での調定量は DIP－dip である。
（諸修正を入れない場合）

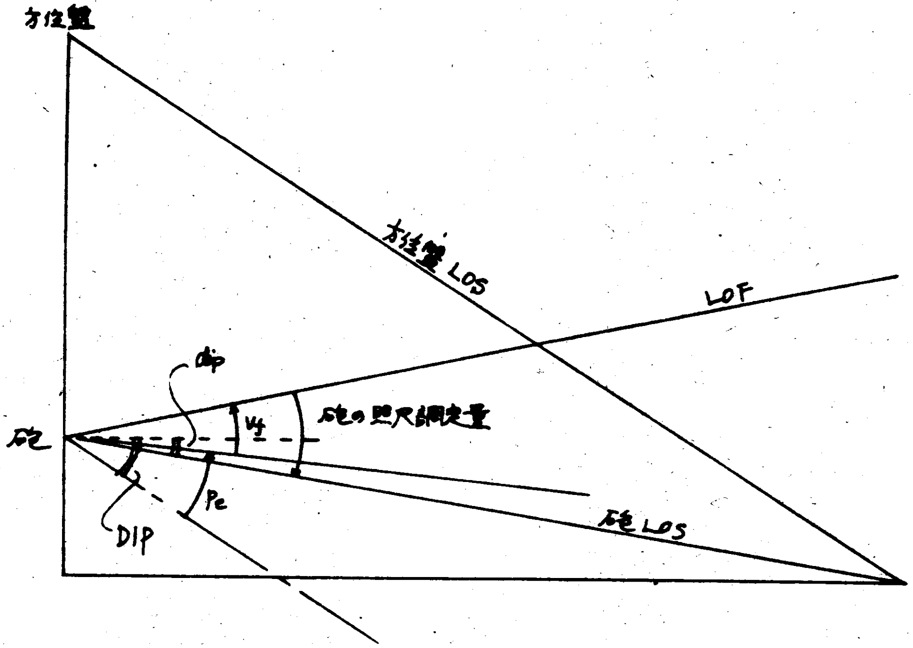
水平線によって試験を実施する場合は DIP（dip）は
水平線視差角で計算すること。
また、固定距離目標（例えば沿岸線等）で実施の
場合は 水ぎわ眼高差を用いること。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

〈参考〉　水平線と潜差

水平線を目標として使用するために考慮しなければならない潜差（DIP）は次のとおりである。

(1) Peが計出されている場合



$DIP = 1.776\sqrt{D_m}$

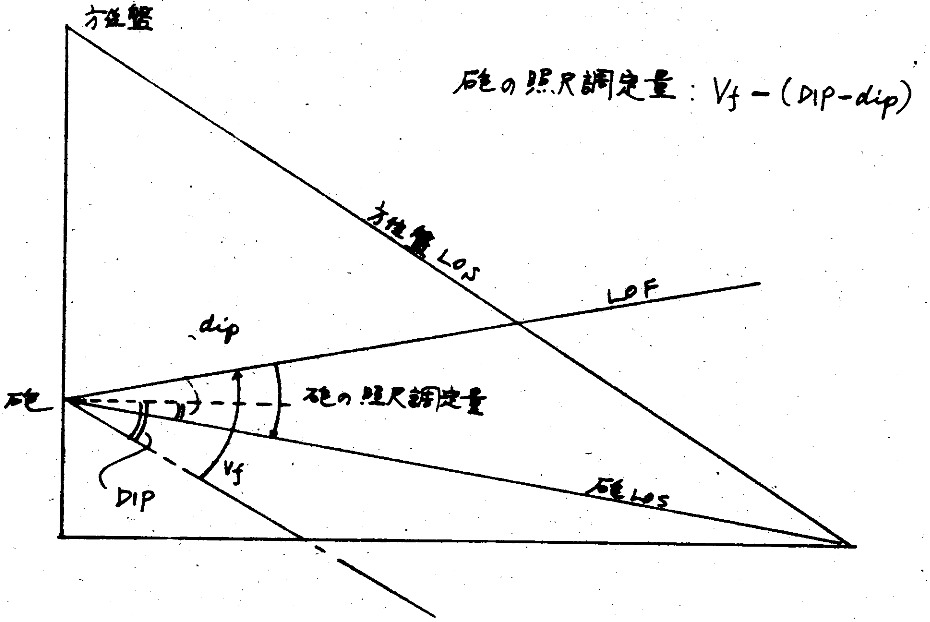
$dip = 1.776\sqrt{G_m}$

Pe：高低差上下修正

砲の照尺調定量：　$V_f + Pe - (DIP - dip)$

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(2) Peが計出されない場合

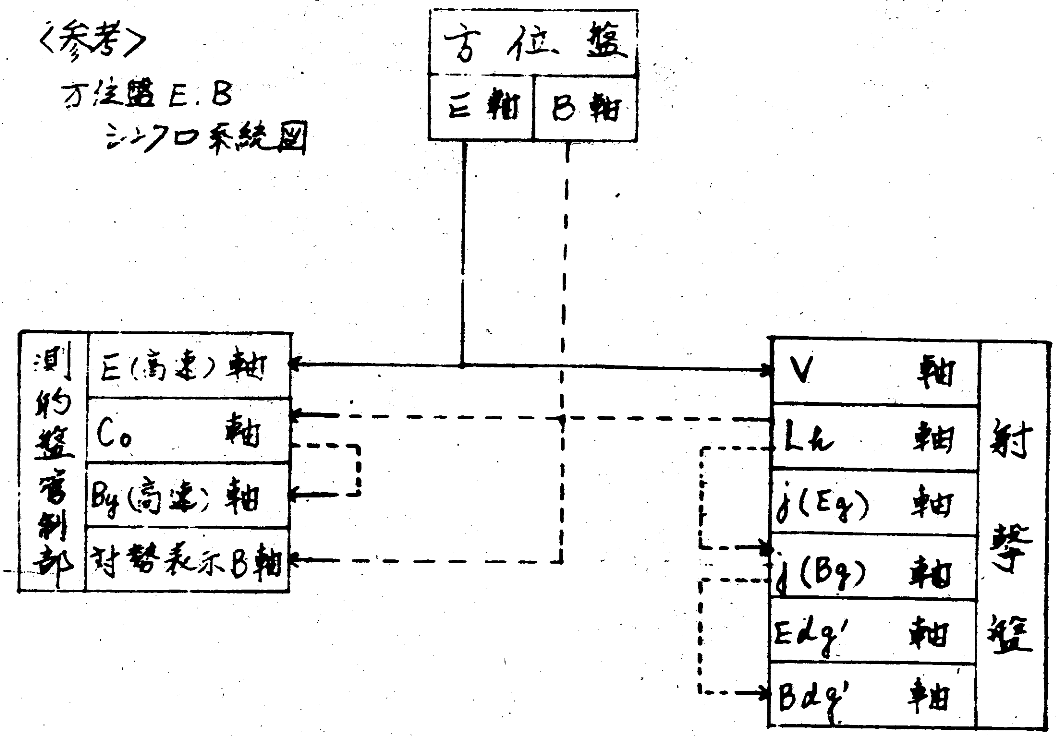


(注) 潜差修正とは　(艦砲射撃教範)

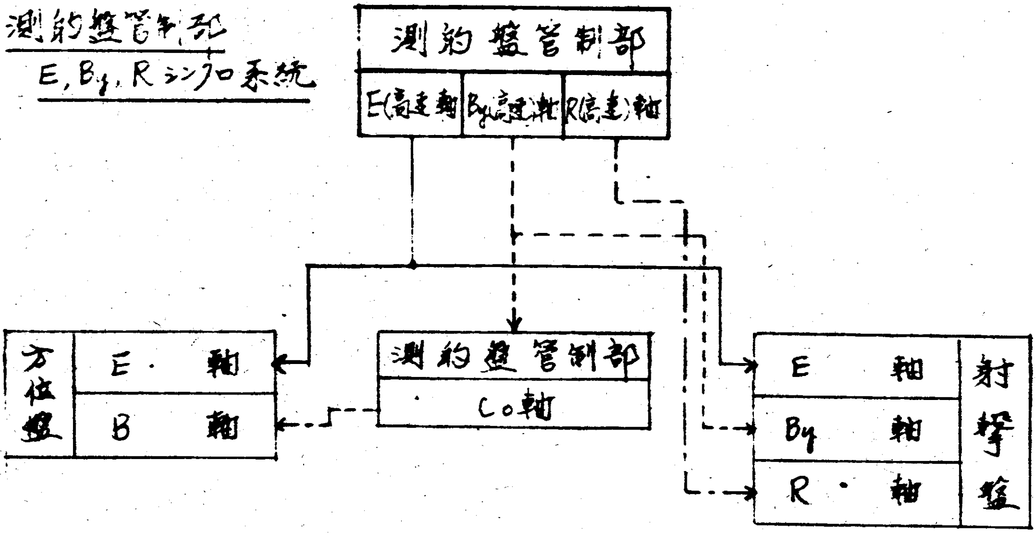
方位盤又は砲を含む真水平線と地球湾曲により生ずる視水平線との差をいう。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

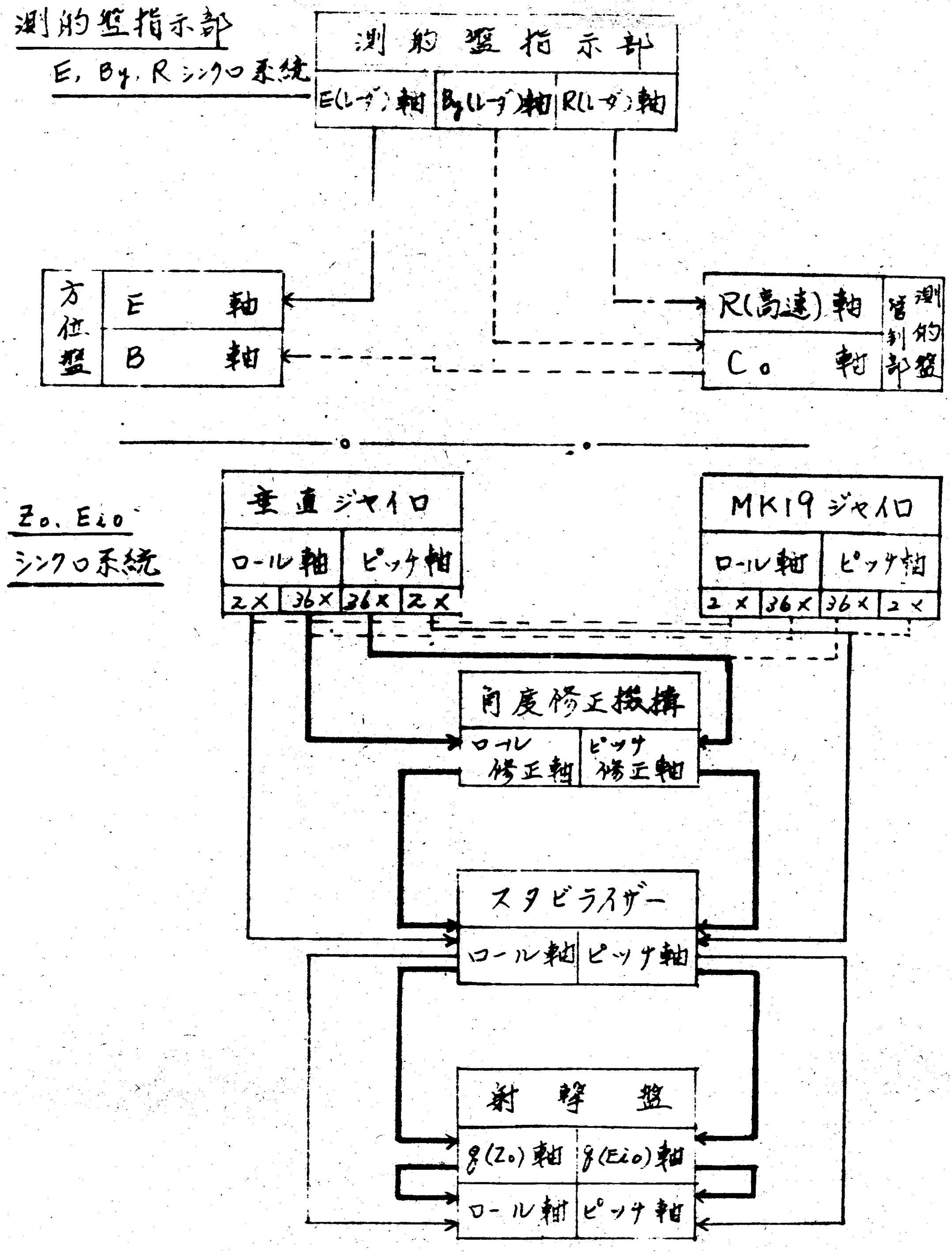
<参考>
方位盤E.B
シンクロ系統図



測的盤管制部
E,By,R シンクロ系統

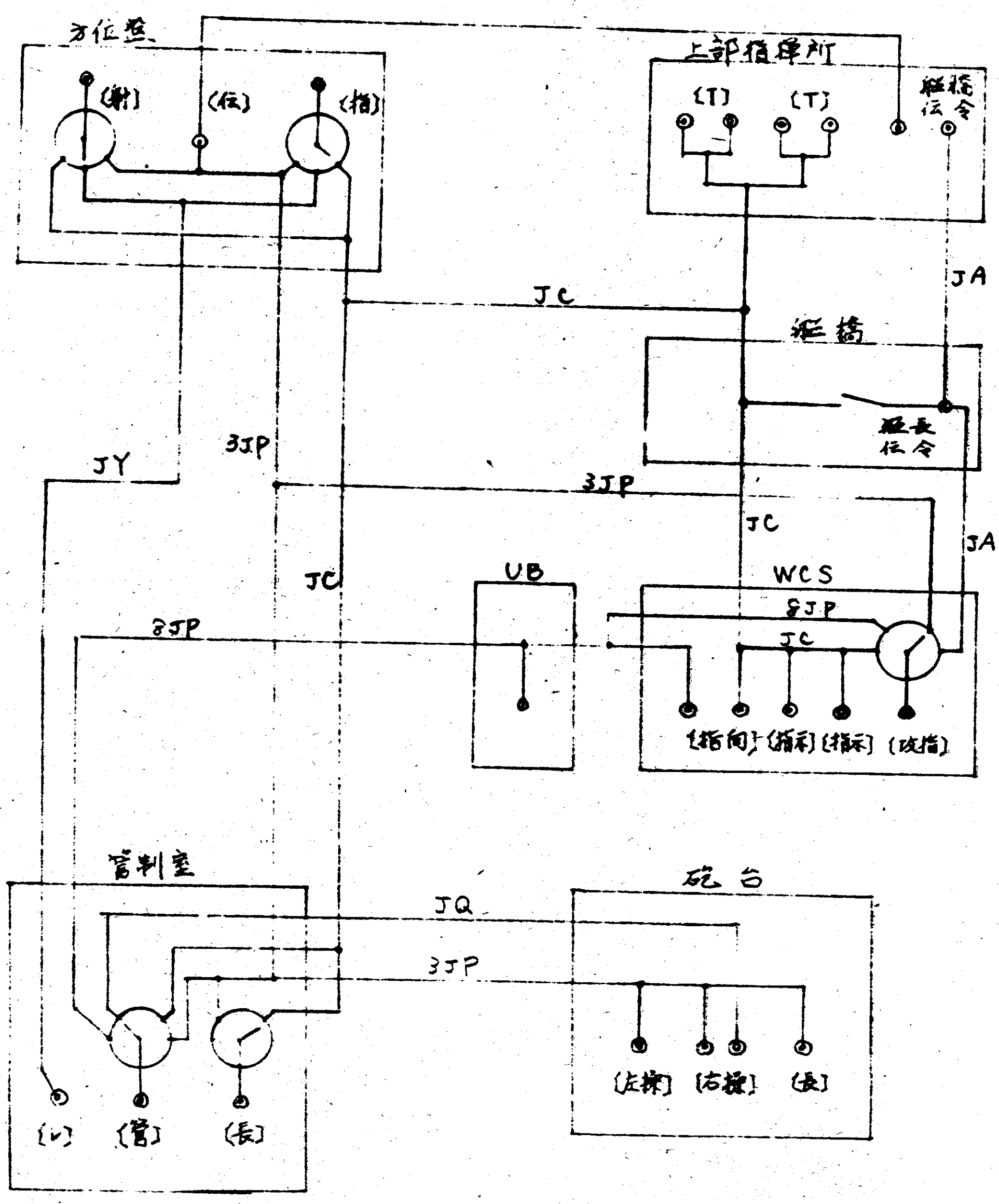


107


測的盤指示部
E, By, R シンクロ系統
測的盤指示部
E(レーダ)軸
By(レーダ)軸
R(レーダ)軸
方位盤
E 軸
B 軸
R(高速)軸
Co 軸
測的盤管制部
Zo、Eio
シンクロ系統
垂直ジャイロ
ロール軸
ピッチ軸
2×
36×
36×
2×
MK19ジャイロ
ロール軸
ピッチ軸
2×
36×
36×
2×
角度修正機構
ロール修正軸
ピッチ修正軸
スタビライザー
ロール軸
ピッチ軸
射撃盤
g(Zo)軸
g(Eio)軸
ロール軸
ピッチ軸

HP『海軍砲術学校』公開資料

〈参考〉　通　信　系　統　図



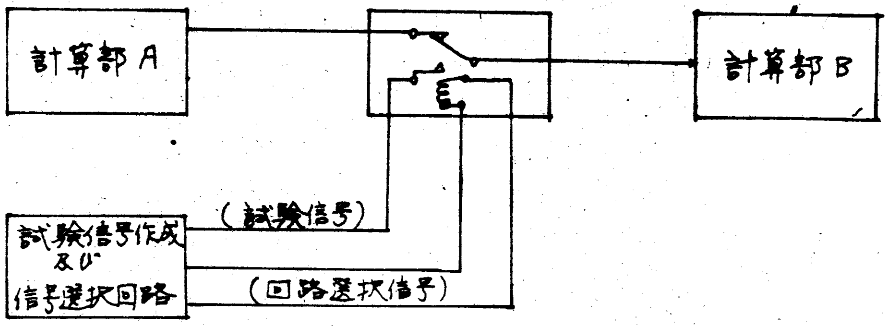
http://navgunschl.sakura.ne.jp/

12 射撃盤試験回路の機能

.射撃盤には2つの試験回路が内蔵されている. ひとつはBドロワの静的点検回路であり もうひとつはEドロワの信号点検回路である.

(1) 静的点検回路 (チェック回路)

試験回路内で作成された擬似信号をロータリィスイッチで選択した回路に送りその結果を後段のサーボ回転量等でチェックするものである.



ダミー信号には2種類あって 0.15V AC 400HZ と −0.25 VAC 400HZ である. これはロータリイスイッチのDMhx−1又はDMhx−2 位置を選択することによって切換えられ選択される. (DMhx−2を選択すれば −0.25V AC が入力となるので −1の1/4 つまり −900kt÷4 =−225kt が DMhx 信号として次段の入力となるわけである.

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(2) 信号点検回路

射撃盤内の各部にテストポイントを設け（99個所）これらの各点に残留電圧が出ていないかどうか 出ているならば 実部 虚部 それぞれ値はいくらかをチェックするものである。

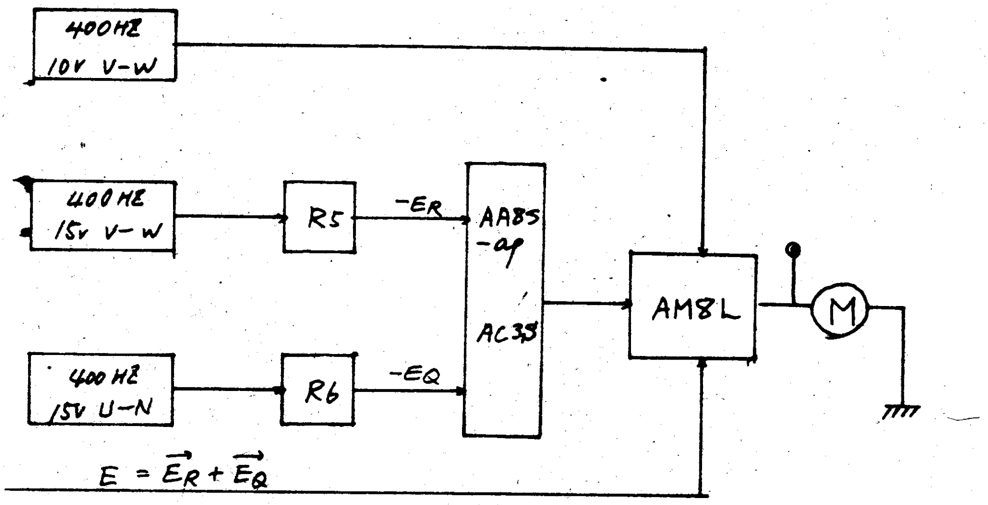
ア まずチェックしたい個所のテストポイント番号を回路図で見つけ（⑨⑨の表示あり） それを S_5.S_6.S_8.S_9 の組合せで選択する。（1〜59はS_5とS_6．60〜99はS_8とS_9のコンビネーションによる。） 例えば㊲であれば S_9を6 S_8を7 選択すればよい。
選択されたTPの出力が この信号点検回路の入力となる。

イ 次に実部について点検したい場合はS_7を「実部」にする。

ウ 正確な読みはR5をまわしメーターの針が中央を指示した時のR5のダイヤルを読めばよい。

エ 虚部について点検したい場合にはS_7を虚部とし以後同様に操作する。

オシロ又はペンレコで各テストポイント出力をチェックしたい場合には それぞれのジャックに測定器を接続すればよい。



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

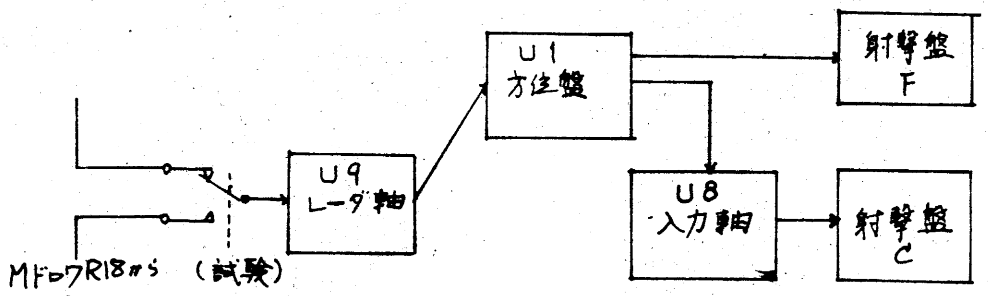
13 測的盤 R18．R19 の用法

(1) U9 R18 の用法

出力信号は R.E.By のダミー シグナル として下図に示す各部の入力となる。

使用上の前提条件 ： システムは「局操」であること。

「試験」入 （U9 E.F.G.ドロワ） だけの場合には下図の系統で信号が流れる。 但し方位盤は「作動状態」とする。



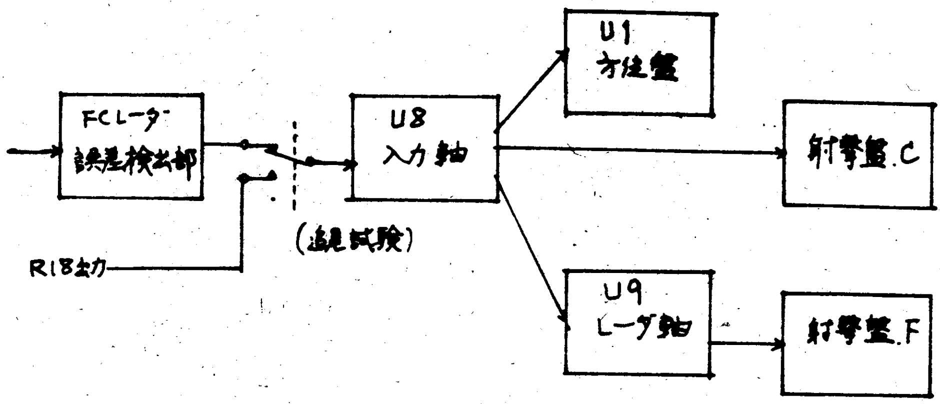
「試験−正常」スイッチが試験でしかも Mドロワ「試験入−切」スイッチが入 （強制追尾） の場合には R18 出力はレーダー軸の入力となり その信号の流れは下図のとおりである。

なおこの R18 は R.E.By を全部「試験」の位置にしておけば 3軸同時に入力を送ることになる。

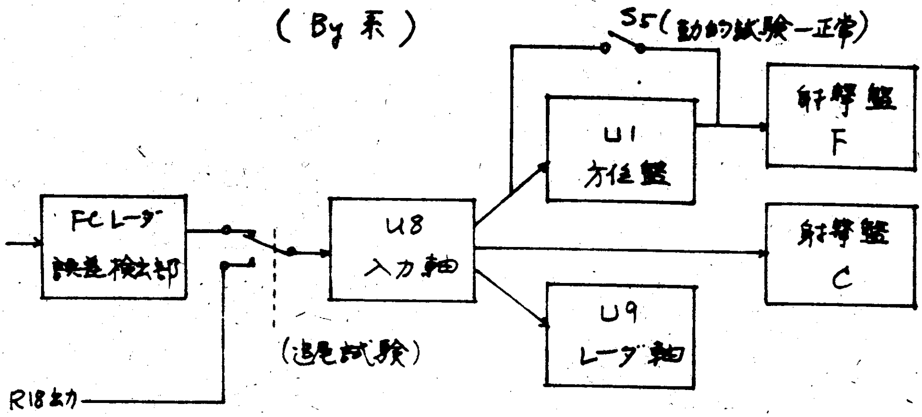
http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

（E 系）



（By 系）



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

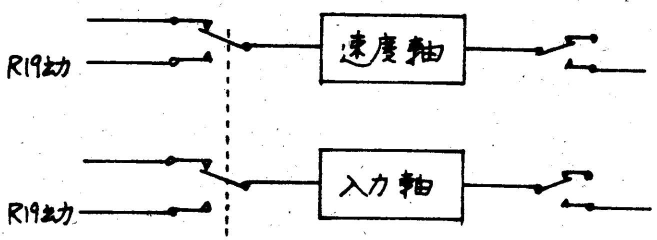
(2) U8 R19の用法

出力信号はR. E. By. Duhx Duhy Duvのダミーシグナルである.

使用上の前提条件： システムは「局操」であること.

ア. 追尾としない場合

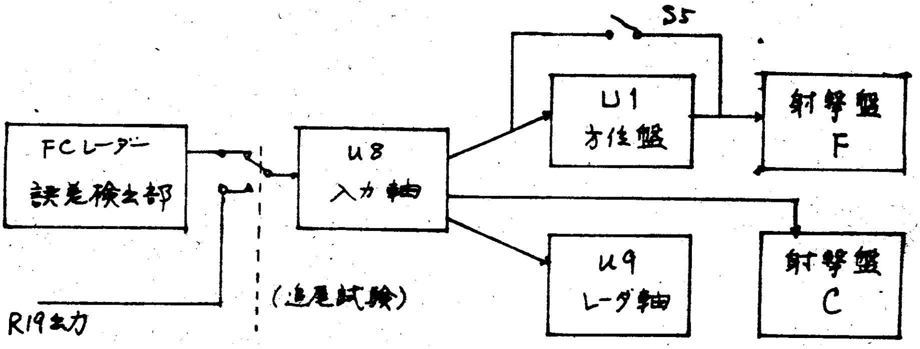
入力軸及び速度軸に対し単独で入力となる.



イ. 追尾の場合 （モード４として使用）

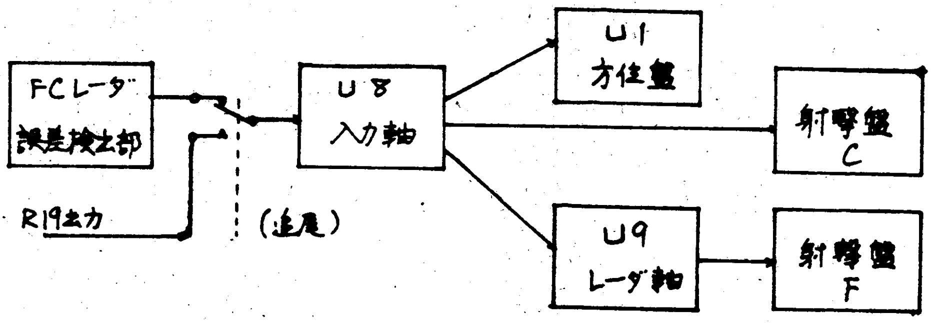
入力軸. 速度軸だけでなくループ系全部を作動させる.

信号の流れは下図の如くである.



（By系）

※ 速度系は速度軸を回転させU10入力とするとともに入力軸入力となり以後同じである.



（E 系）

（参考）

「局操」でないと使用できないものを整理してみると

1 U9 R18の使用 及び U8 R19の使用 の場合
（試験－正常スイッチ）

2 擬似ビデオを試験に使用する場合

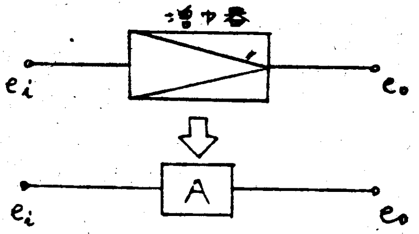
3 U9 Eドロワ 「AGC零調」 の場合

HP『海軍砲術学校』公開資料

〈参考〉　用語の解説

伝達関数とは

数式によって入力信号と出力信号の関係(伝達要素の特性)を表現するものである。これをブロック線図で表わせば下図の如し。



サーボ系の伝達関数は

一般に時間の関数であり微分方程式の形で示されるがこの $f(t)$ をそのまま扱うのは面倒であるので微分方程式をラプラス変換しS(演算子)を含む代数式に変えて表わしたものを使用する。

$$f(t) \xRightarrow{\text{ラプラス変換}} \mathcal{L}\{f(t)\}$$

$$\int_0^{\infty} f(t)e^{-st}\,dt = G(s)$$

(入力ー$x(t) \Rightarrow X(S)$
出力ー$y(t) \Rightarrow Y(S)$
$G(S) = \dfrac{Y(S)}{X(S)}$)

ラプラス変換とは

微分方程式を解く手段として演算子法というのがあり自動制御の解析には広く利用されている。　この演算子法の基本操作は

$$\frac{d}{dt} = S \quad \text{——①} \qquad \int dt = \frac{1}{S} \quad \text{——②}$$

と置換え演算子Sを通常の代数の数であるかの如く取扱い計算するものである。　演算子法で微分をS、積分を $1/S$ と置換して時間の関数をSの関数で表わすことをラプラス変換という。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

伝達要素とは

自動制御系においては閉じた回路（loop）内を信号が伝達されるわけであるが、この信号の伝達をする各要素のことを「伝達要素」（Transfer Element）という。

伝達要素の特性を現わすものに伝達関数がある。

伝達要素の基本形　（伝達関数の基本形）

(1)　比例要素　　$G(S) = \dfrac{B(S)}{A(S)} = K$

(2)　微分要素　　$G(S) = T \cdot S$

(3)　積分要素　　$G(S) = \dfrac{1}{T \cdot S}$

(4)　一次おくれ要素　　$G(S) = \dfrac{K}{1+TS}$

(5)　二次おくれ要素　　$G(S) = \dfrac{K}{(1+T_1S)(1+T_2S)}$

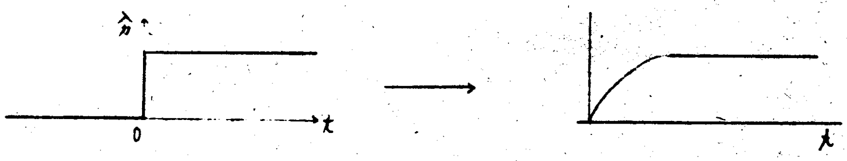
↗ 数式によって特性が表わされる。

伝達要素の特性のあらわし方　（指定した入力に対し出てくる出力信号による方法）

過渡特性、周波数特性それに定常特性の３つがある。

(1)　過渡特性　----時間領域における性質であり G(S) で知る。

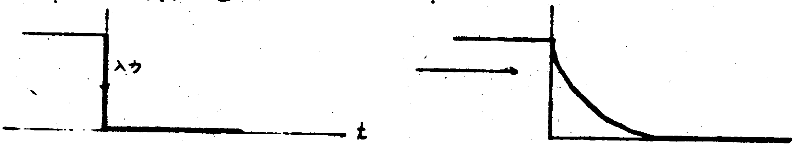
ア　ステップ（インディシャル）応答



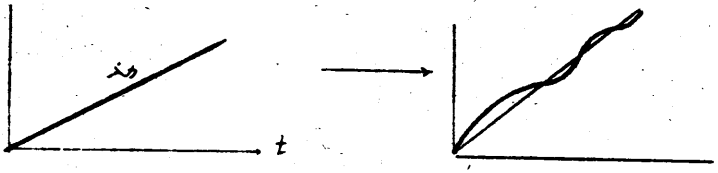
http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

イ　インパルス応答



ウ　ランプ応答



(2)　周波数特性 ----- 周波数領域における性質の表現法である。伝達関数のSの代りにjωを代入し知ることができる。

$$G(s) \longrightarrow G(j\omega)$$

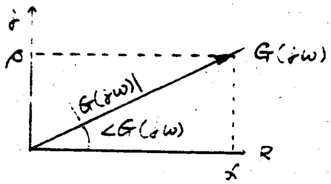
$$S = j\omega = 2\pi f$$

振巾特性(ゲイン)と位相特性の2つがある。

ア　振巾特性

$|G(j\omega)| = \sqrt{\alpha^2+\beta^2}$　　　$G(j\omega) = \alpha + j\beta$

ボード線図のゲイン曲線で表現される。



イ　位相特性

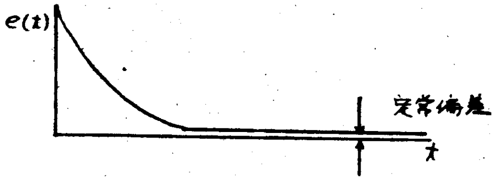
$\angle G(j\omega) = \tan^{-1} \beta/\alpha$

ボード線図の位相曲線であらわされる。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

(3) 定常特性

過度応答が定常値に達したときの目標値からのずれ，すなわち定常偏差によって表わされる。

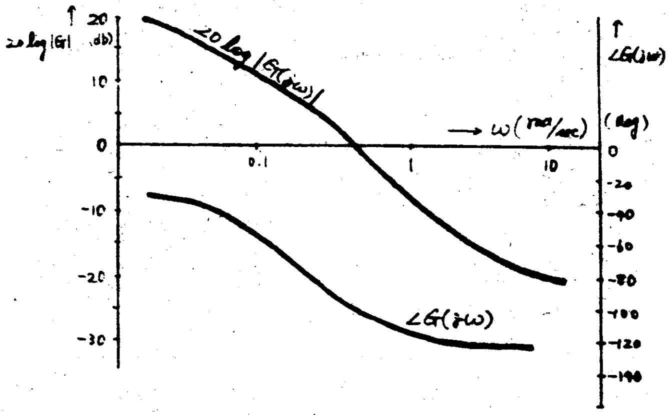


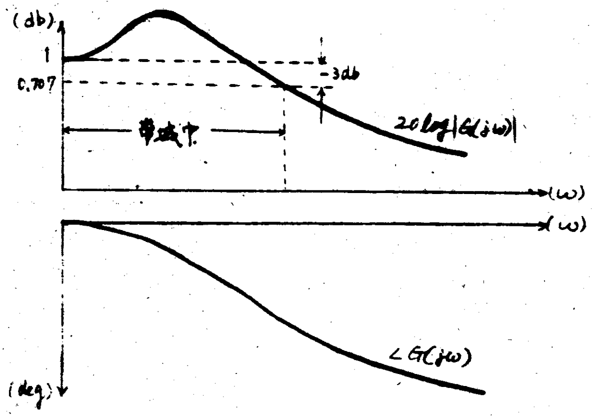
参考　艦上で測的する場合に追尾ループのうける外乱について

1. レーダー波反射強度の変化
2. 艦の振動の入力変動
3. 艦の動揺修正の不完全による入力変動
4. 温度変化のための電子騒乱による雑音

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

ボード線図





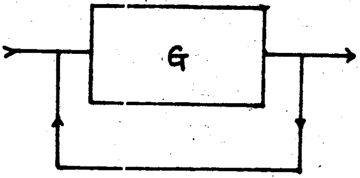
周波数伝達関数の特性を表わすものであり横軸にω（ラジアン／秒）を縦軸に20 log |G(jω)|をとってゲイン曲線とし　縦軸に∠G(jω)をとったものを位相曲線としている。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

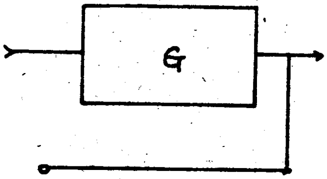
HP『海軍砲術学校』公開資料

閉ループのサーボ系とは

主帰還回路を有する回路である。 開回路(ループ)とはこの主帰還回路を有しない回路であり信号の流れは一方通行である。 サーボ系の場合必ず閉ループとなっている。



閉ループ



開ループ

1(2)型のサーボとは

伝達要素の持つ伝達関数の内に含まれるSの指数で通常判断できる。 式で現わせば次のとおりである。

0型サーボ： $S^0 \cdot G_0 = \dfrac{-a}{1+G_0}$

1型サーボ： $S \cdot G_0 = \dfrac{1}{S \cdot G_0}$

2型サーボ： $S^2 \cdot G_0 = S \cdot \dfrac{-1}{1+G_0} \times \dfrac{C}{S^2}$

特性のまとめ

偏差 / サーボ	定常位置	定常速度	加速度	条件
0型サーボ	○	○	○	$\lim_{s\to\infty} G_0 \to K$ のとき
	×	○	○	$\lim_{s\to\infty} G_0 \to 0$ のとき
1型サーボ	×	○	○	$\lim_{s\to 0} (SG_0) \to K$ のとき
	×	×	○	$\lim_{s\to 0} (SG_0) \to 0$ のとき
2型サーボ	×	×	○	$\lim_{s\to 0} (S^2G_0) \to K$ のとき
	×	×	×	$\lim_{s\to 0} (S^2G_0) \to \infty$ のとき

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

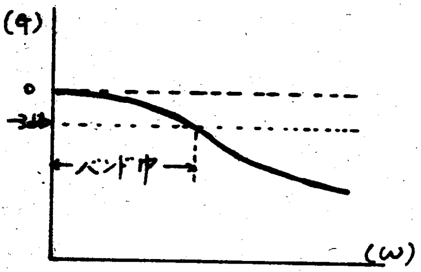
サーボ系のよさ

理想的な伝達要素とはむだ時間があって（遅れ）も入力信号波形を少しもゆがませることなく　もとの信号を再現できるものである。　しかしながら　すべての周波数（回転数 ―ラジアン/秒）に対し一様に再現するのは不可能である。

そこである巾（はば）の内にある信号を再現（取り出す）できれば　これを理想の伝達要素と呼ぶことにしている。

この巾を帯域巾という。

サーボ系の場合　帯域巾はボード線図を見ることで知ることができる。　このバンド巾はどれほどの回転数（rad/sec）の入力にまで応答可能か、即ち入力の速い動き（加速度以上の動き）に対しての応答性を知ることができる。　またゲインとバンド巾との間には比例する関係がある。



〈ボード線図　周波数特性曲線〉

例えば　モード２の場合　$DMhx_2 = \frac{1}{1+T\cdot S} DMhx$ で出力があらわされるが伝達函数 $G(S)$ の内 T を 0.5sec から 0.2sec とすると　$G(S) = \frac{1}{1+T\cdot S}$ は増加する。　$G(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega}$ は増加する。

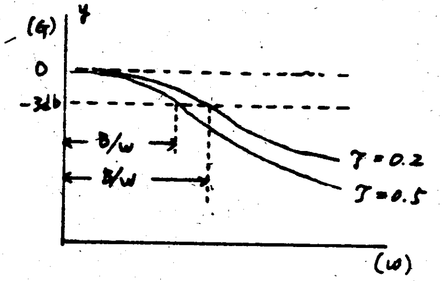
$$20\log|G(j\omega)| = 20\log\frac{1}{\sqrt{1+(\omega T)^2}} = -20\log\sqrt{1+(\omega T)^2}$$ ……ゲイン

―――ボード線図のy軸。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

HP『海軍砲術学校』公開資料

$-20\log\sqrt{1+(\omega T)^2}$ において ω を一定として T を減少させると ゲイン は負値を少とする。（ゲインは増加）



この場合バンド巾を増加させることになる。

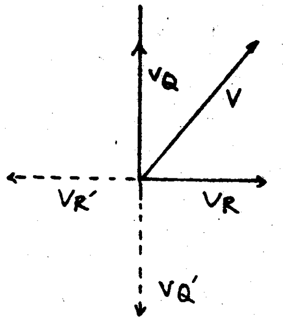
バンド巾の増加にともない追従性は良くなるがノイズの混入が増加しノイズに対しても鋭敏となるので 安定性は悪くなり追尾の円滑性が欠けることになる。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

残留電圧とは

交流タコゼネは静止状態であってもある程度出力電圧が現われる。これを残留電圧と称する。この電圧はタコゼネの機械的精度及び励磁巻線の不均一等により生じ タコゼネ自身によりある程度調整できるが計算回路用としては不十分なため外部回路によって補償している。

残留電圧及び補償電圧ベクトル図



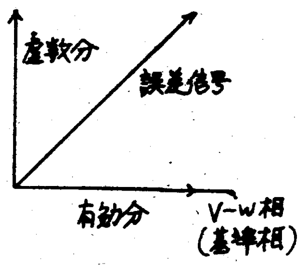
V	残留電圧
V_R	残留電圧同相分
V_Q	〃 虚数分
V_R' V_Q'	補償用

補償回路の例としては AA34L の「零調」（虚数分．同相分）がある。これらは V_R' V_Q' を調整するものである。

誤差信号（サーボ系の）の構成

交流サーボ方式は直流サーボ方式に比較しドリフトがないことが最大の長所であるが誤差信号の内に虚数分を含んでいることが欠点である。

誤差信号の構成図



有効分：基準相と同相でモーターを回転させる成分

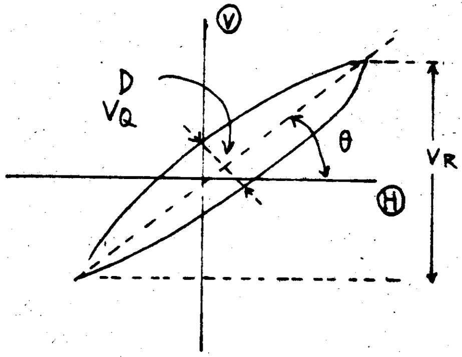
虚数分：基準相に対し直角でモータ回転には不要のもの。

この虚数分の原因は回路内に含まれているキャパシタンス及びインダクタンス等のため電流の遅れ進みが出ることによるものである。

http://navgunschl.sakura.ne.jp/

オシログラフによる残留電圧判別法

残留電圧をオシログラフ上表示させると下図のとおりである.

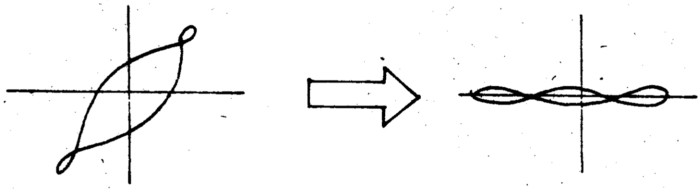


「零調」とは同相分の広がりを最小とする（即ち θ → 0°）

及び虚数分の広がりを最小とする（即ち D → 0）ことである.

θ：　AA34Lの場合　　R9　「零調　実数分」

D：　〃　　　　　　R8　「零調　虚数分」



http://navgunschl.sakura.ne.jp/

オシログラフのセットアップ

HORIZ 入力 : +1 15v AC 400HZ

VERT 入力 : タコゼネ出力

HORIZ TRIG : EXT

(注) リサージュ波形がゆがみ形のよいものにならないのは
入力信号に雑音がのっているためである.
これを除去するのにはオシロスコープのVERT jack
の後にフィルターを挿入する等の工夫をするとよい.